

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM



**Б. А. Максимачев
В. Н. Комаров**



В ЗВЕЗДНЫХ ЛАБИРИНТАХ

Ориентирование по небу

Б. А. Максимачев
В. Н. Комаров

В ЗВЕЗДНЫХ ЛАБИРИНТАХ

Ориентирование по небу

Scan: В.Г.Ершов



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1978

М 17 Максимачев Б. А., Комаров В. Н.
В звездных лабиринтах: Ориентирование по небу.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978.—200 с.
50 к.

Книга знакомит читателя с картиной звездного неба. Она помогает находить созвездия и навигационные звезды северного и южного полушарий неба, что очень важно для морских и авиационных штурманов и космонавтов. Попутно рассказывается о достопримечательностях созвездий. Книга рассчитана на широкий круг читателей.

М $\frac{20605-138}{053(02)-78}$ 197-78

ББК 22.6
52

М $\frac{20605-138}{053(02)-78}$ 197-78

© Главная редакция
физико-математической литературы
издательства «Наука», 1978

Над нами звездное небо. Согласитесь, что мало кто из нас имеет элементарные астрономические знания о «небесной геометрии», звездах и процессах, происходящих в них, о нашей Солнечной системе. Но сегодня человек, в какой бы самой отдаленной области науки или народного хозяйства он ни работал, должен иметь представление, хотя бы и общее, о нашей Солнечной системе, звездах и современных достижениях астрономии, так как на протяжении всей истории человечества астрономия играла и играет большую роль в формировании научной картины мира, создании философских и мировоззренческих систем.

Когда астрофизики Академии наук СССР вышли с предложением установки телескопа «Орион-2» на борту одного из космических кораблей, нам с П. И. Климуком пришлось пройти довольно серьезный курс по астрономии и астрофизике в процессе подготовки к полету на корабле «Союз-13», и я с уверенностью могу сказать, что при этом мой кругозор как человека и инженера, значительно расширился.

В наши дни, когда идет интенсивное освоение космического пространства человеком и сама космонавтика становится отраслью народного хозяйства, наши представления о Вселенной непрерывно обогащаются новыми сведениями. Астрономия из науки наблюдательной превращается в экспериментальную область

знания. Сегодня мы читаем и слышим о квазарах, пульсарах, нейтронных звездах, «черных дырах» и т. п.

А ведь еще десятилетие назад эти понятия были либо совсем неизвестны, либо доступны лишь узкому кругу специалистов. Теперь же они стали неотъемлемой частью современной астрономической терминологии.

Перед нами встала практическая проблема — как можно лучше изучить звездное небо, узнать и хорошо изучить созвездия, опорные звезды, маршруты переходов от одного созвездия к другому. Ведь поле зрения у нас в корабле сильно ограничено — мы смотрим в иллюминатор. Нам нужно было уверенно определять маршруты переходов от одного созвездия к другому, чтобы наиболее коротким путем прийти к заданному участку неба и найти звезды, по которым надо было ориентировать и стабилизировать корабль, обеспечивая определенное направление телескопов в пространстве. Конечно, задача эта была не из легких, тем более, что объем астрономических знаний у нас перед этим, скажем прямо, ограничивался всего лишь рамками средней школы. Мы знали примерно, как найти созвездие Большой Медведицы, Малой Медведицы, Полярную звезду, ну, и еще, в лучшем случае, созвездие Кассиопеи.

А здесь нужно было изучить около восьмидесяти созвездий. Но, главное, задача была интересная. Значительная часть нашей астрономической подготовки проходила в Московском планетарии. В этих занятиях участвовали не только П. Климук и я, но и все наши товарищи — космонавты. От звезды к звезде, от созвездия к созвездию мы распутывали лабиринты звездных узоров, научились находить в них смысловые фигуры и нужные для нас линии направлений.

Методами астрофизики мы овладевали на теоретических занятиях и непосредственно на Бюраканской астрофизической обсерватории. Помогло нам и изучение звездного неба с самолета, а также выезды на Байконур.

В своей подготовке мы использовали и серьезные курсы по астрономии и научно-популярные книги, среди которых особенно ценной для нас оказалась книга Ф. Ю. Зигеля «Сокровища звездного неба».

Предлагаемая читателю книга поможет ему не только познакомиться со звездным небом, но и научит его приемам быстрого и уверенного отыскания созвездий и навигационных звезд, окажет практическую помощь не только любителям астрономии, но и всем тем, кто по роду своей деятельности встречается с задачей ориентирования по звездам, — геодезистам, картографам, штурманам, летчикам-космонавтам. В создании этой книги авторам помог опыт, накопленный в процессе занятий с космонавтами и авиационными штурманами в Московском планетарии.

Наряду со сведениями по сферической астрономии в книге дано образное, почти художественное описание созвездий, приведены рекомендации по запоминанию каждого из них, методы ориентирования. И хотя авторы не ставили целью дать подробный рассказ о различных явлениях во Вселенной, все же по ходу описания тех или иных космических объектов они совершенно правильно отметили некоторые из них в качестве достопримечательностей — без этого описание созвездий выглядело бы однообразным и неконкретным.

Для всех, кто изучает звездное небо, важно установить какие-либо четкие ассоциации с каждым из светил — будь это сведения о блеске и расстоянии, размерах и температуре, истории изучения или связи с мифологическими событиями.

Еще одной отличительной особенностью настоящей книги является подробное описание не только северного, но и южного звездного неба, что может оказаться полезным для тех, кто посещает страны южного полушария.

На мой взгляд, авторам вполне удалось добиться поставленной цели и потому чтение этой книги для многих окажется не только интересным, но и полезным делом.

В. В. Лебедев

Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР

19 мая 1977 г.

Человек в незнакомом городе. Необходимо найти кратчайший путь к определенному зданию...

Путешественник в густом лесу, протянувшемся на сотни километров, или в открытом поле. Надо не заблудиться, найти верное направление движения.

Корабль в океане, вдали от берегов. Перед капитаном и штурманом задача — определить свое местоположение на водной равнине, проложить курс к намеченной цели...

Самолет на большой высоте, над облаками, непроницаемая серовато-беловатая пелена скрывает от летчиков поверхность Земли. Но пилот все время должен знать, над какими пунктами он пролетает и привести машину к заданной точке...

Орбитальная космическая станция. Ведутся астрофизические наблюдения. Космонавты должны сориентировать станцию таким образом, чтобы измерительный прибор, например, рентгеновский телескоп, был направлен в определенную точку неба и в течение всего времени наблюдений удерживать станцию в соответствующем положении...

Все эти внешне разнородные ситуации роднит одна общая черта. Во всех перечисленных и многих других сходных случаях возникает задача: определить точное местоположение того или иного объекта в пространстве и ориентироваться относительно тех или иных направлений.

Решить эту задачу, очевидно, можно только в том случае, если имеется некоторая система отсчета. Иными словами, определить положение в пространстве «вообще» нельзя, а можно только по отношению к какому-либо определенным объектам. Если речь идет о

наблюдателе, который находится на поверхности Земли, то такими объектами могут явиться те или иные точки или линии, неподвижно «закрепленные» на ее поверхности. Именно такую роль играет хорошо всем известная система земных *географических координат*.

Географические координаты — это два числа, единственным образом фиксирующие положение точки на земной поверхности. Одно из них — *широта* — угловое расстояние (т. е. расстояние в градусах) между плоскостью земного экватора, которая делит поверхность нашей планеты на два полушария: северное и южное, и отвесной линией, проходящей через данную точку. Направление отвесной линии в данной точке Земли определяется направлением нити с грузиком на конце. Второе — *долгота* — угловое расстояние в плоскости экватора от некоторого меридиана, условно принятого за начальный, до меридиана, проходящего через данную точку. Обычно таким меридианом считается гринвичский меридиан, который проходит через Гринвичскую обсерваторию в Англии.

Построение системы географических координат неразрывно связано с выделением некоторых преимущественных направлений, выбор которых определяется особенностями Земли как небесного тела. Эти направления — «север — юг» и перпендикулярное к нему «восток — запад». Первое из них связано с расположением в пространстве оси вращения нашей планеты, второе — с направлением этого вращения.

Таким образом, для наблюдателя, расположенного на поверхности Земли, полная задача ориентирования заключается в определении направления «север — юг» и географических координат данной точки. Как известно, эта задача возникла перед людьми еще в отдаленном прошлом, когда у человека появилась необходимость заниматься торговлей и мореплаванием.

Если же говорить о современной нам эпохе, то ориентирование в пространстве является неотъемлемым звеном в таких важнейших областях человеческой деятельности, как морская и воздушная навигация, космонавтика, геодезия, строительство, метеорология, всякого рода экспедиции, а также путешествия и туризм.

В частности, обеспечением движения кораблей и самолетов в соответствии с заданным курсом занима-

ются особые специалисты — штурманы. Штурманская служба — одна из самых важных и ответственных профессий человечества. Первые штурманы, сведущие в астрономии, сопровождали корабли еще в IV в. до н. э., когда египетские и финикийские папирусные корабли осваивали пути вдоль африканских берегов по Атлантическому океану. Забирались отважные мореплаватели и далеко на север к загадочной земле Туле — современной Великобритании, и эти морские экспедиции сопровождали опытные штурманы-астрономы.

Не обходился без помощи звезд и легендарный Одиссей:

«Радостно парус наярят Одиссей и, попутному ветру,
Вверившись, поплыл. Сидя на корме и могучей рукою
Руль обращая, он бодрствовал; сон на очи его не спускался
И их не сводил он с Плеяд, с нисходящего поздно
В море Боота, с Медведицы, в людях еще колесницы
Имя носящей, и близ Ориона свершающей вечно
Круг свой, себя никогда не куная в водах Океана.
С нею богиня повелела ему неусыпно
Путь соглашать свой, ее оставляя по левую руку».

Позднее астрономический способ определения координат высоко оценил великий испанский мореплаватель Христофор Колумб (1451—1506), авторитетно заявивший, исходя из собственного опыта: «Существует лишь одно безошибочное корабельное исчисление — это астрономическое. Счастлив тот, кто с ним знаком».

На первый взгляд может показаться, что нет смысла определять местоположение наблюдателя на поверхности Земли путем наблюдений за внеземными объектами. Однако в действительности это не так: некоторые особенности положения и движения Земли в мировом пространстве делают небесные светила исключительно удобными объектами наблюдений для решения задач на ориентирование.

«Единственно точной и неизменно безотказной мы считали лишь воздушную астрономию, и это целиком подтвердилось в перелете: только она выручала нас в трудные минуты, вела и точно привела к намеченной цели», — писал в своей книге «Покорение Северного полюса» известный штурман полярной авиации И. Т. Спирин.

А в книге А. В. Белякова «Из Москвы в Америку через Северный полюс» сказано: «... Самый важный прибор на нашем самолете — солнечный указатель курса».

Не случайно люди стали пользоваться астрономическим способом ориентирования с незапамятных времен. На протяжении многих веков небесные светила служили людям единственным средством ориентирования на местности, определения географических широт и долгот, а также измерения точного времени.

Первые таблицы положения светил были составлены Гиппархом (II в. до н. э.) — в его каталоге по некоторым данным было 850 звезд. Птолемей (II в. н. э.) составил таблицы положений планет. Существенный вклад в развитие практической астрономии внесли арабы в XIII—XV вв. Как известно, в этот период арабские ученые много и успешно работали в области математики и ее приложений. Альфонсовы таблицы, которыми пользовался Колумб в своих путешествиях, составлены в 1252 г. Толедские таблицы — в 1551 г. В том же году составлены Прусские таблицы, а Рудольфинские таблицы Кеплера в 1627 г.

Однако в более широких масштабах таблицы стали составляться в XVII в. учеными Испании, затем Англии и Голландии.

Искусство астрономического ориентирования издавна называется навигацией. Одним из первых мероприятий Петра I, мечтавшего вывести Россию на уровень передовых европейских стран, было основание в Москве, в знаменитой Сухаревой башне, школы «математических и навигацких хитростно искусств учения». Поручил он это дело одному из своих сподвижников, математику и астроному Я. В. Брюсу. Среди первых учителей этой школы был Л. Ф. Магницкий, учебник которого «Арифметика, сиречь наука числительная» стал одним из «врат учености» М. В. Ломоносова.

Конечно, современные способы астрономического ориентирования имеют мало общего с теми, которые изучались в «навигационной школе». Но звезды остались те же самые, и не только современные морские и авиационные штурманы, но и летчики-космонавты ориентируются по созвездиям, воспетым поэтами древности Гомером и Гесиодом.

С другой стороны, в наше время появился ряд чисто технических средств, прежде всего радиотехнических, с помощью которых можно с большой точностью и высокой степенью надежности не только определять положение в пространстве, но и автоматически выдерживать в процессе движения заданное направление. В современной авиации, например, одним из распространенных радионавигационных средств являются радиомаяки. Они бывают «слуховыми», когда пилот определяет курс по максимуму или минимуму передаваемого сигнала, и «зрительными», когда любые отклонения от курса вызывают соответствующие отклонения стрелки контрольного прибора.

Радионавигационные методы весьма оперативны. С момента получения информации от приборов до момента определения точки на карте проходит всего несколько минут.

Следует, однако, отметить, что в Арктике и в Антарктиде повсеместной системы земного радионавигации пока не существует.

Важное значение в современной морской и воздушной навигации приобрел радиолокационный способ определения курса и местоположения корабля. При этом используются как радиолокационные изображения естественных очертаний берегов, так и сигналы, отраженные специальными отражателями, устанавливаемыми на берегах и на плавучих средствах.

Наряду с пассивными отражателями радиоволн применяются и активные — маяки-ответчики, которые в ответ на принятый сигнал радиолокатора посылают свой ответный сигнал, характерный для данного маяка. Подобные маяки особенно часто используются в проливах и других сложных для судовождения местах мирового океана.

В гражданской авиации получил широкое применение также метод радиолокационного наведения. Вдоль трассы через определенные промежутки устанавливаются радиолокационные станции, последовательно «передающие» друг другу летящий самолет. В случае отклонения от курса, обнаруженного одним из локаторов, на борт самолета передаются соответствующие поправки.

Полностью перешла в ведение электроники и такая традиционная астрономическая задача, как измерение и хранение точного времени. Если раньше эталоном для отсчета промежутков времени служило вращение Земли и, следовательно, видимые суточные перемещения звезд по небу, то созданные в последние годы атомные и молекулярные часы стали отсчитывать промежутки времени с точностью, намного превосходящей равномерность вращения нашей планеты.

В наши дни, несмотря на бурное развитие средств электроники и радионавигации, на реальные перспективы создания глобальной системы навигационных искусственных спутников Земли, астроориентировка продолжает сохранять важное практическое значение.

Прежде всего следует заметить, что в основе применения навигационных электронных устройств лежит созданная в последние десятилетия глобальная система радиомаяков и радиолокационных станций, покрывающая почти всю поверхность нашей планеты. С ее помощью можно оперативно определять положение интересующего нас объекта относительно определенных фиксированных точек земной поверхности.

Но для того, чтобы эту систему можно было практически эксплуатировать, необходимо, чтобы сеть радиомаяков была привязана к системе географических координат. Иными словами, должны быть как можно более точно определены географические координаты тех пунктов земной поверхности, где установлены радионавигационные средства. Наиболее точно и надежно это может быть сделано с помощью астрономических наблюдений.

Нужно также подчеркнуть, что современная радионавигационная сеть покрывает еще не всю поверхность земного шара. Кроме того, время от времени нарушаются условия для прохождения радиоволн в атмосфере и средства радионавигации становятся ненадежными.

Кроме того, у астрономических методов ориентирования имеются определенные преимущества, благодаря которым эти методы, видимо, будут применяться еще длительное время.

Первое из них — полная автономность, т. е. независимость от каких-либо береговых объектов, от

системы радионавигации, а также от физических условий в атмосфере и околоземном пространстве, оказывающих существенное влияние на характер распространения радиоволн.

Второе преимущество — простота, а также сравнительная дешевизна приборов и отсутствие необходимости в источниках электропитания.

Одним из наиболее распространенных авиационных астрономических приборов является астрокомпас. Назначение этого прибора состоит в том, чтобы по наблюдению небесных светил непрерывно указывать заданный курс. Во время полета визир остается направленным на избранное светило (Солнце, Луну, планету, астронавигационную звезду), а специальный указатель показывает курсовой угол — угол между направлением на светило и линией заданного курса. С помощью фотоэлектронной техники визир автоматически удерживает светило в поле зрения. Специальная поляризационная система позволяет удерживать визир направленным на Солнце даже тогда, когда само Солнце закрыто облаками либо находится под горизонтом. Многие астрокомпасы имеют не одну, а несколько визирных систем. Применяются автоматические дистанционные астрокомпасы, снабженные фотоэлектрической следящей системой с круговым обзором. Эта система способна наводиться на Солнце автоматически. Особый индикатор, установленный на приборной доске, непрерывно показывает истинный курс самолета. Такие астрокомпасы нередко включаются в общий комплекс навигационных устройств и могут выдавать все необходимые навигационные элементы полета.

Астрономические навигационные средства просты и удобны в эксплуатации. Они не зависят ни от скорости, ни от высоты полета. Их преимущество и в том, что они, в отличие от обычного компаса, не связаны с «ненадежным» магнитным полем Земли, которое подвержено различным изменениям, связанным с воздействием многочисленных геофизических и космических факторов.

С пятидесятых годов в морской навигации стали применяться радиосекстанты, предназначенные для измерения высот наиболее ярких радиоисточников, имеющих на звездном небе. Преимущество этих инструментов состоит в том, что они не зависят от условий

погоды, так как радиоволны свободно проходят сквозь облачность. Однако и для этих инструментов, как и для обычных секстантов, сохраняется свое значение problema искусственного горизонта.

Астрономические наблюдения остаются основным средством ориентирования в экспедиционных условиях, туристских походах и путешествиях. Наконец, с развитием космонавтики навигация по небесным светилам получила новую чрезвычайно важную область применения: она является одним из основных методов ориентирования в космическом пространстве.

В процессе космического полета возникают ситуации, в которых наблюдения небесных светил играют весьма важную роль. Осуществлению различных операций, связанных с включением двигательных установок: коррекций орбиты, торможений и др. обязательно предшествует ориентирование космического аппарата в пространстве и стабилизация его в заданном положении. Это ориентирование может осуществляться по наблюдениям Солнца, Земли и какой-нибудь яркой звезды или по наблюдению трех специально выбранных звезд.

В процессе космического полета могут возникать и другие задачи, решение которых потребует наблюдений положений звезд. В официальных сообщениях о полетах космических кораблей, орбитальных станций и космических зондов нередко упоминаются наименования «опорных» звезд и созвездий: Вега, Арктур, Канопус, Южный Крест и др., по которым осуществляется ориентирование в пространстве и стабилизация космических аппаратов.

Н. Н. Денисов в своей книге «На берегу Вселенной» вспоминает о том, как во время длительного космического полета на корабле «Союз-9» советские космонавты А. Г. Николаев и В. И. Севастьянов то и дело прибегали к астрономическим наблюдениям: «В россыпи звезд они находили Вегу, Южный Крест, Альфу и Бету Центавра, Сириус, Канопус, в созвездиях Волопаса и Лебеда — Арктур и Денеб, любовались фантастическими красотами восхода и захода Солнца, наблюдали падение метеоритов. В интересах космической навигации был проделан ряд экспериментов с новейшей аппаратурой.

Так, на третий день полета, в тот момент, когда «Союз-9» находился в тени Земли, Виталий Севастьянов нашел звезду Вега и, используя систему ручной ориентации, соответствующим вращением корабля ввел ее по оптическому визиру в поле зрения звездного датчика. В нем была сформулирована команда «Захват звезды», по которой Андриян Николаев осуществлял стабилизацию корабля с помощью гироскопических приборов. На 127-м витке опыт был повторен: после выполнения кораблем, сориентированным таким образом, полного оборота вокруг Земли звездный датчик вновь «поймал» Вегу. Через несколько дней полета — еще один подобный опыт, но теперь уже с ориентацией на другую звезду — Канопус. Эксперимент прошел успешно: звездный датчик, работающий на новом принципе, показал свою надежность — в расчетное время Канопус вновь был обнаружен им *).

А в будущем, когда космическим экспедициям придется удаляться на значительные расстояния от Земли, астронавигация может стать едва ли не единственным способом ориентирования в космосе и определения курса в мировом пространстве. А это значит, что космонавт должен отлично знать звездное небо, быстро и безошибочно находить нужные звезды. Задача не такая уж простая, если учесть, что через иллюминатор космического корабля виден лишь ограниченный участок звездного неба. К тому же корабль может вращаться, и в поле зрения одни звезды и созвездия будут все время сменяться другими... Многие советские космонавты в процессе подготовки к полетам проходили специальную тренировку на искусственном звездном небе Московского планетария.

Эта книга не просто познакомит читателей с различными созвездиями и достопримечательностями звездного неба, но и поможет им овладеть приемами быстрого и уверенного отыскания важнейших созвездий и навигационных звезд. Она поможет всем, кто по роду своей деятельности встречается с задачей ориентирования по звездам: геодезистам, картографам, штурманам, летчикам, космонавтам.

*) Денисов Н. Н. На берегу Вселенной. — М.: Машиностроение, 1970, с. 377.

ЧЕЛОВЕК И НЕБО

Космическая арена

Над нами звездное небо. Оно существует всегда — и в ясную, и в пасмурную погоду, и ночью, и днем, и зимой, и летом.

Однако нам, жителям Земли, далеко не всегда дано любоваться его красотой: мешает атмосфера. Молекулы газа, а еще в большей степени водяные пары и механические примеси, содержащиеся в атмосфере, рассеивают в дневное время солнечные лучи, создавая иллюзию голубого небосвода, скрывающего от нас звезды. Голубой небосвод служит своеобразным фильтром, смягчающим тени, придающим особую мягкость земному ландшафту.

Атмосфера — серьезная помеха для оптической астрономии. Вот почему, если не считать наблюдений Солнца, основное время астрономических наблюдений — темные ночи, да и то лишь тогда, когда воздух прозрачен, небо чистое и ясное. А ясных ночей, увы, не так-то много...

Да и почная темнота часто перестает быть темнотой... Если бы вы остались поздно вечером на территории какой-либо обсерватории, вас поразило бы полное отсутствие фонарей. И только маленькие светлячки карманных фонариков иногда мелькнут среди кустов. Это астрономы направляются в башни телескопов.

Яркий электрический свет мешает видеть звезды. И не случайно астрономические обсерватории стараются размещать вдали от больших городов. Бюраканская обсерватория в Армении расположена в 40 километрах от Еревана. Но даже на таком расстоянии электрическое зарево большого города мешает астрономическим наблюдениям.

Что же говорить о современных городских жителях! Яркое уличное освещение безжалостно «забивает» слабый свет далеких звезд. А если добавить к этому, что над крупными городами всегда висит довольно плотное марево из всякого рода промышленных и автомобильных дымов и газов, то станет ясно, что горожане редко могут по-настоящему любоваться величественной картиной звездного неба во всей его первозданной красоте.

Между тем, человечество вступило в эпоху освоения космоса. Все более дальними и сложными становятся космические полеты как автоматических, так и пилотируемых космических кораблей. Космос стремительно вовлекается в сферу человеческой практики. Человек из жителя Земли становится на наших глазах обитателем Вселенной.

Космос становится нашим домом. А свой дом надо знать...

Невольно может сложиться впечатление, что в окружающем нас мире нет ничего более устойчивого и неизменного, чем картина звездного неба, что в «звездных мирах» мало что меняется с течением времени, что Вселенная всегда была такой, какая она сейчас, и что она всегда такой и останется. Из года в год, из века в век люди видят над собой одни и те же созвездия. Чтобы их очертания изменились сколько-нибудь существенным образом, должны пройти тысячелетия.

Не случайно выдающийся астроном средневековья Тихо Браге (1546—1601) писал в свое время: «По всем философским воззрениям следует, что в воздушных просторах небесного мира ничего не меняется, что небеса и небесные тела не растут и не уменьшаются, что они не подвергаются никаким изменениям ни по числу, ни по виду, ни по блеску, ни в каких-либо других отношениях, не меняясь с годами».

Даже в начале текущего столетия ученые были убеждены в том, что Вселенная стационарна, что в основных своих чертах она не изменяется с течением времени. Этой точки зрения придерживался и такой выдающийся физик, как создатель теории относительности А. Эйнштейн.

Однако в 1922 г. талантливый ленинградский математик А. А. Фридман, исследуя уравнения общей

теории относительности, выведенные Эйнштейном, пришел к выводу, что Вселенная не может пребывать в стационарном состоянии — она должна либо расширяться, либо сжиматься, либо пульсировать.

В настоящее время этот вывод подтвержден многочисленными астрономическими наблюдениями и не вызывает сомнений. Гигантские звездные острова — галактики (в одной из них находится наше Солнце), совокупность которых называется Метагалактикой, разлетаются с огромными скоростями. Мы живем в расширяющейся Вселенной.

В последнее десятилетие выяснилось, что нестационарна не только Вселенная как целое, нестационарные явления широко распространены в космосе; они происходят на самых различных уровнях существования материи. Это космические взрывы, распад, дезинтеграция, скачкообразные превращения материи, ее переходы из одного состояния в другое.

Разумеется, все эти события с точки зрения масштабов человеческой жизни протекают чрезвычайно медленно. Хотя скорости взаимного удаления некоторых космических объектов, в том числе и галактик, достигают огромной величины, сравнимой со скоростью света, никто из нас непосредственно этого явления не ощущает — «разбегание» галактик можно обнаружить лишь весьма точными астрономическими наблюдениями.

Что касается самих галактик, то продолжительность существования многих из них превосходит десятков миллиардов лет, а составляющих их звезд — миллиарды лет. Даже быстротекущие с астрономической точки зрения нестационарные явления длятся миллионы лет.

Таким образом, чтобы стали заметными сколь-нибудь существенные изменения в состоянии звезд, галактик или Метагалактики, должны пройти промежутки времени, намного превосходящие не только продолжительность жизни одного отдельного человека, но и продолжительность существования многих последовательных поколений. К тому же космические явления, как правило, протекают на столь значительных расстояниях от Земли, что их нельзя заметить невооруженным глазом. Иными словами, подавляющее большинство космических процессов не находит непосредственного отражения в видимой картине звездного неба.

И все же небо — это своеобразная арена, на которой происходит целый ряд явлений, доступных непосредственному наблюдению.

Каждый день мы видим, как над горизонтом восходит Солнце и совершает свой дневной путь по небу; Солнце заходит, становятся видны наиболее близкие и яркие звезды. Они также поднимаются над горизонтом, достигают наивысшего положения на небе и скрываются затем за выпуклостью земного шара. Большинство ночей видна на небе Луна то полным диском, то узким серпиком. Ее положение среди звезд меняется от дня ко дню.

Периодически появляются на небе и планеты. Некоторые из них можно наблюдать невооруженным глазом в виде ярких немерцающих светил: Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн.

Кроме того, на небе иногда возникают метеорные следы, яркие вспышки болидов, изредка появляются яркие кометы, происходят солнечные и лунные затмения, движутся искусственные небесные тела, созданные руками человека — искусственные спутники Земли, космические корабли и орбитальные станции.

Чтобы упорядочить наблюдение и регистрацию всех подобных явлений и сделать возможными точные количественные измерения положений и движений космических объектов, необходимо построить некоторую геометрическую систему, с помощью которой можно было бы производить «целеуказания» на небе.

С введением такой системы непосредственно связаны и задачи ориентирования в пространстве и во времени.

Небесная геометрия

Вероятно, многие помнят, как в курсе астрономии средней школы они знакомились с так называемой сферической астрономией. И, должно быть, у некоторых об этом разделе астрономической науки сложилось тогда впечатление как о чисто формальной системе условных геометрических построений, которые необходимо хорошо запомнить. Однако на самом деле это не так. За внешне формальными положениями и конструк-

пиями сферической астрономии скрывается вполне определенный физический смысл.

Начнем с основного определения — определения небесной сферы. Небесная сфера — это воображаемая сфера (т. е. поверхность шара) произвольного радиуса, в центре которой находится глаз наблюдателя.

Как принято говорить в физике и математике, с определениями не спорят. Тем самым подчеркивается исходный характер определений, известная произвольность их введения. Но произвольность эта отнюдь не абсолютная. Коль скоро задача естествознания — изучить реальный мир, определения не должны вступать в противоречия с действительным положением вещей. Они также не должны вступать в противоречия с существующей системой знания и призваны открывать возможность решения тех задач, ради которых они вводятся.

В какой мере удовлетворяет этим требованиям введенное нами определение небесной сферы?

Прежде всего возникает закономерный вопрос: почему небесная сфера, а не, скажем, небесный куб, небесный параллелепипед или небесный многогранник?

Когда мы смотрим на небо, то все звезды представляются нам точками. Это создает иллюзию, что они расположены на одинаковых расстояниях от Земли, т. е. на внутренней поверхности гигантского шара, в центре которого находится наблюдатель. Кстати сказать, видимо, эта иллюзия сыграла далеко не последнюю роль в возникновении одного из самых величайших заблуждений в истории человечества — представления о центральном положении Земли в мироздании.

Как известно, дальнейшее развитие астрономических знаний безжалостно разбило не только это заблуждение, но и все последующие попытки приписать нашей планете если не абсолютную, то хотя бы частичную геометрическую исключительность во Вселенной. В частности, сегодня мы хорошо знаем, что звезды и другие космические объекты удалены от нас на различные расстояния.

Однако для целей практической астрономии важны не расстояния до небесных светил, а направления на них и углы между этими направлениями. Отвлекаясь от расстояний, мы тем самым как бы относим все свети-

ла к одному и тому же расстоянию, иными словами, располагаем их на поверхности сферы.

Таким образом, понятие небесной сферы закономерным естественным путем вытекает как из реальной картины звездного неба, так и из характера тех конкретных задач, которые ставит перед собой практическая астрономия.

Вернемся, однако, к определению небесной сферы еще раз. В нем говорится, что небесная сфера — сфера произвольного радиуса. Это значит, что радиус небесной сферы мы можем выбирать по своему желанию — он может быть каким угодно. Но в таком случае необходимо еще доказать, что результаты угловых измерений на небесной сфере не зависят от выбора ее радиуса. В противном случае, как нетрудно сообразить, небесная сфера окажется непригодной для решения интересующей нас задачи — осуществления целеуказаний на небе.

Выберем две небесные сферы с центром в одной и той же точке O и с радиусами R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$) (рис. 1). Пусть у нас имеются две звезды S_1 и S_2 . Спроектируем вдоль соответствующих радиусов изображения этих звезд на обе небесные сферы. Получим точки S'_1 и S'_2 на одной из сфер и точки S''_1 и S''_2 — на другой.

Из самого построения без каких-либо специальных доказательств следует, что центральный угол φ *) между направлениями на эти проекции один и тот же для обеих небесных сфер. Поскольку радиусы R_1 и R_2 были выбраны нами произвольно, полученный вывод

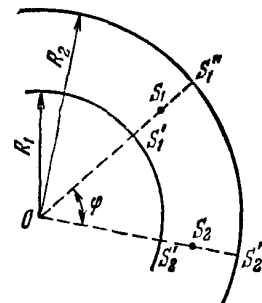


Рис. 1. Угловые измерения на небе.

*) Греческая буква «фи». В астрономии многие величины, а также звезды, обозначаются буквами греческого алфавита. При описании созвездий мы будем часто употреблять эти обозначения (см. Приложение 1).

справедлив и для любой другой небесной сферы с центром в точке O .

Может, однако, возникнуть сомнение: есть ли необходимость доказывать столь, казалось бы, очевидное положение? Но дело в том, что развитие точных наук, в особенности математики и физики, со всей убедительностью показало: очевидные на первый взгляд утверждения нередко оказываются ошибочными.

Итак, мы обосновали целесообразность введенного нами определения небесной сферы и возможность ее применения для осуществления угловых измерений на небе. Сделаем теперь следующий шаг.

Небесная сфера в рассматриваемом нами случае вводится для земного наблюдателя. А это значит, что ее необходимо связать с условиями наблюдения звездного неба с Земли.

Первое из них состоит в том, что наша планета шарообразна. Следовательно, два наблюдателя, расположенные одновременно в различных точках Земли, видят над собой различные участки звездного неба.

Второе условие состоит в том, что Земля вращается вокруг собственной оси и поэтому наблюдатель, который находится в одной и той же точке земной поверхности, видит, что картина звездного неба постепенно меняется.

Таким образом, наши построения должны отображать факт шарообразности и факт вращения Земли. В связи с этим нам придется сделать некоторые дополнительные построения.

Отвесная линия, о которой мы говорили ранее, пересекает поверхность небесной сферы в двух точках. Точка пересечения, расположенная у нас над головой, называется *зенитом* (Z_1 и Z_2 на рис. 2), противоположная — *надиром*.

Проведем теперь через центр небесной сферы плоскость, перпендикулярную к отвесной линии. Эта плоскость называется плоскостью *математического* или *истинного горизонта* ($A_1A'_1$ и $A_2A'_2$). Окружность, получающаяся при пересечении этой плоскости с небесной сферой, называется *математическим* или *истинным горизонтом*. Здесь следует только заметить, что помимо истинного горизонта различают еще *видимый горизонт*. В то время как истинный горизонт — идеальная окруж-

ность, видимый горизонт определяется рельефом данной местности, и конкретными условиями наблюдений (на рис. 2 видимый горизонт определяется линиями O_1B_1 и O_2B_2 , где O_1 и O_2 — глаз наблюдателя).

В результате выполненных нами построений небесная сфера оказалась связанной с шарообразностью Земли. В самом деле, теперь каждому наблюдателю, расположенному в той или иной точке земного шара, соответствуют своя отвесная линия, свой зенит, своя плоскость горизонта, свой математический или истинный горизонт.

Необходимо теперь связать небесную сферу с вращением Земли. С этой целью займемся наблюдением звезд. Мы обнаружим, что на протяжении ночи звезды смещаются по небосводу, причем их движение происходит по дугам. Это видимое движение звезд по небесной сфере есть отражение суточного вращения Земли. Таким образом, можно говорить о видимом вращении небесной сферы, имея при этом в виду, что в действительности вращается наша планета, только в противоположном направлении.

Наблюдая небо, можно заметить, что разные звезды описывают дуги различных радиусов и на небе есть точка, не принимающая участия во вращении небесной сферы.

Чтобы определить ее местонахождение, направим в эту область неба телескоп и сделаем фотографию с длительной выдержкой. В результате мы получим снимок, на котором лучи от всех звезд вследствие вращения небесной сферы прочертят дуги (рис. 3). В центре этих дуг и будет расположена искомая неподвижная точка — *полюс мира*. Очень близко от *северного* полюса

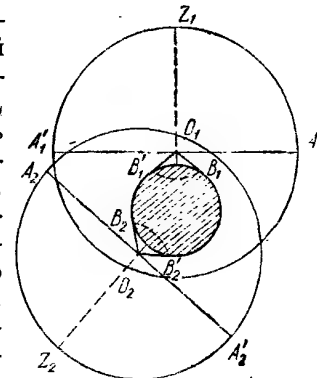


Рис. 2. Местные линии и горизонты. Понижение горизонта на рисунке сильно преувеличено. Для человека, стоящего на Земле, видимый и математический горизонт практически совпадают.

мира находится довольно яркая звезда, которая по этой причине называется *Полярной звездой*.

Соединив северный полюс мира с центром небесной сферы и продолжив полученную линию неограниченно



Рис. 3. Фотография полярной области неба.

в обе стороны, мы построим *ось мира* — воображаемую прямую линию, вокруг которой совершается вращение небесной сферы, отражающее вращение Земли. Вторая точка пересечения оси мира с небесной сферой называется *южным полюсом мира*.

Таким образом, мы имеем пять фиксированных точек, связанных с небесной сферой. Мы будем рассматривать только три из них: центр сферы, зенит (или надир) и северный полюс мира (или соответственно южный полюс мира).

Три точки, как известно, определяют, и притом единственным образом, положение плоскости в пространстве. Эта плоскость (в нашем случае) называется *плоскостью небесного меридиана*. Она пересекает небесную сферу по окружности большого круга — *небесному меридиану*.

Небесный меридиан пересекается с линией математического горизонта в двух точках, которые называются *точкой севера* (она расположена в стороне северного полюса мира) и *точкой юга*. Слева от точки юга по линии истинного горизонта на угловом расстоянии, равном 90° , расположена *точка востока*, справа на таком же угловом расстоянии — *точка запада*. На полюсах Земли эти понятия теряют смысл.

И еще одно, теперь уже последнее построение на небесной сфере. Проведем через ее центр плоскость, перпендикулярную к оси мира. Эта плоскость называется *плоскостью небесного экватора*. Она пересекает небесную сферу по окружности большого круга — *небесному экватору*.

Небесный экватор, аналогично земному экватору, делит небесную сферу на два полушария. Полушарие, содержащее северный полюс мира, называется северным, противоположное — южным.

Теперь мы располагаем всем необходимым для построения систем небесных координат. Существует несколько таких систем. Для практических целей наиболее удобны две из них.

Первая система называется *горизонтальной системой координат*. В качестве основной плоскости в этой системе принята плоскость истинного горизонта.

Первой координатой в этой системе служит *высота* светила над горизонтом (обозначается буквой h). Она отсчитывается в градусах от плоскости горизонта по дуге большого круга, проходящего через данное светило и зенит (*вертикала*) (рис. 4).

Если светило расположено выше плоскости математического горизонта, высота считается положительной, ниже — отрицательной и измеряется от 0 до 90° . Вместо высоты иногда рассматривают *зенитное расстояние* — угловое расстояние светила от зенита, которое изменяется от 0 до 180° .

Второй координатой в горизонтальной системе является *азимут* (обозначается буквой A). Это дуга математического горизонта от точки юга до вертикала, проходящего через светило. Азимут отсчитывается также в градусах по линии горизонта в сторону суточного вращения небесной сферы (к западу) от точки юга до точки пересечения линии горизонта с дугой вертикала, проходящего через зенит в данное светило (азимут точки запада равен 90° , а азимут точки востока 270°).

Горизонтальная система небесных координат весьма удобна для решения ряда задач практической астро-

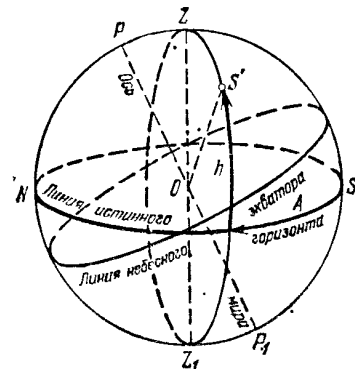


Рис. 4. Горизонтальная система координат.

номии, в частности, для определения видимых положений светил с помощью угломерных инструментов. Однако есть у нее и одна особенность. Дело в том, что обе горизонтальные координаты изменяются с течением времени. Благодаря вращению небесной сферы изменяется азимут, а вследствие того, что ось вращения небесной сферы наклонена под некоторым углом к отвесной линии, светила то поднимаются над горизонтом, то опускаются, т. е. изменяется и их высота. Это обстоятельство делает систему горизонтальных координат не совсем удобной для «целеуказаний» на небе. При использовании горизонтальных координат всякий раз

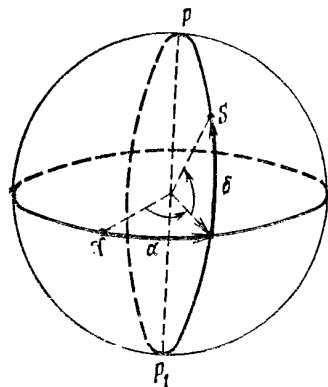


Рис. 5. Экваториальная система координат.

необходимо производить соответствующий пересчет с учетом момента наблюдения и широты данного места.

В этом смысле более удобна экваториальная система координат (рис. 5).

Первая экваториальная координата, *склонение* (обозначается δ), аналогична земной широте. Склонение — это угловое расстояние светила от плоскости небесного экватора. Оно отсчитывается в градусах по дуге большого круга, проходящего через

полюс мира и данное светило (*круг склонения*). В том случае, если светило расположено в северном полушарии, склонение считается положительным, если в южном — отрицательным.

Вторая координата, *прямое восхождение* (обозначается α), отсчитывается по кругу небесного экватора в направлении, противоположном суточному вращению небесной сферы от некоторой фиксированной точки до соответствующего круга склонения, проходящего через данное светило.

Выбор точки отсчета прямого восхождения связан с годичным движением Земли вокруг Солнца. Благодаря тому, что наша планета движется по замкнутой

орбите вокруг дневного светила, земному наблюдателю кажется, что Солнце непрерывно перемещается по небесной сфере с запада на восток и в течение года описывает окружность большого круга, получившую название *эклиптики*.

Таким образом, эклиптика — это видимый годичный путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика наклонена к небесному экватору под углом $23^\circ 27'$. Следовательно, Солнце то поднимается над экватором, то опускается под него. Два раза в течение года центр Солнца пересекает экватор, переходя 20 или 21 марта из южного полушария в северное (*точка весеннего равноденствия*) и 22 или 23 сентября из северного в южное (*точка осеннего равноденствия*).

Именно точка весеннего равноденствия и избрана в качестве точки отсчета прямого восхождения в экваториальной системе координат.

Прямое восхождение обычно измеряется в часах. Весь круг экватора разделен на 24 часа: одному часу соответствуют 15 угловых градусов.

Экваториальная система координат тесно связана с небесной сферой, составляя с ней как бы единое целое. Иными словами, экваториальные координаты небесных светил (речь идет, разумеется, о звездах и внегалактических объектах, поскольку Солнце, Луна, планеты и кометы обладают собственными перемещениями по небесной сфере и их экваториальные координаты непрерывно меняются) с течением времени остаются неизменными. Это объясняется следующими обстоятельствами.

Во-первых, по самому построению небесной сферы все небесные светила при ее вращении описывают окружности, плоскости которых параллельны плоскости небесного экватора. Но это и значит, что угловое расстояние светила от экватора, т. е. склонение, с течением времени не испытывает изменений.

Во-вторых, поскольку точка весеннего равноденствия сама участвует во вращении небесной сферы, то и угловые расстояния по линии небесного экватора от этой точки также остаются неизменными.

Следовательно, знание экваториальных координат позволяет без каких бы то ни было дополнительных вычислений находить на небесной сфере любую звезду.

Правда, если говорить строго, то вследствие отклонения фигуры Земли от идеального шара и неравномерного распределения масс в ее недрах, ось вращения Земли совершает сложное движение в пространстве. В частности, за 26 000 лет она описывает в пространстве вокруг оси эклиптики конус в направлении часовой стрелки (если смотреть из мирового пространства на северный полюс Земли). В результате точка весеннего равноденствия перемещается вдоль эклиптики с востока на запад на $50''$, 256 в год, «предваряет» Солнце, и весна начинается каждый год на 20 минут 24 секунды раньше. Это явление получило название *прецессии* или *предварения равноденствий*. Благодаря прецессии происходит медленное смещение по эклиптике точек

весеннего и осеннего равноденствий, а также северного и южного полюсов мира по небесной сфере. В частности, примерно через 14 000 лет северный полюс мира переместится в район звезды Веги из созвездия Лиры. Тогда Вега станет полярной звездой.

В современную эпоху точка весеннего равноденствия находится в созвездии Рыб, а точка осеннего равноденствия в созвездии Девы.

Наряду с экваториальной системой координат

иногда пользуются еще и так называемой *эклиптической системой* (рис. 6), где основным кругом отсчета служит линия эклиптики. По аналогии с полюсами мира можно ввести понятие полюсов эклиптики.

Положение соответствующих точек на небесной сфере можно определить, проведя из центра небесной сферы прямую линию, перпендикулярную к плоскости эклиптики. Там, где она пересечет небесную сферу, и находятся полюсы эклиптики — северный (в северном полушарии неба) и южный (в южном полушарии).

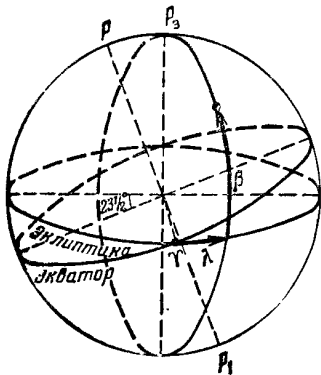


Рис. 6. Эклиптическая система координат.

Первая координата — *эклиптическая долгота* λ подобно прямому восхождению отсчитывается от точки весеннего равноденствия по кругу эклиптики в направлении против часовой стрелки и измеряется в градусах.

Вторая координата — *эклиптическая широта* β отсчитывается от эклиптики в градусах по дуге, проходящей через светило и полюс эклиптики. Широта по дуге в направлении северного полюса эклиптики отсчитывается со знаком плюс, в противоположном — со знаком минус.

От экваториальных координат α и δ на земной небесной сфере можно перейти к эклиптическим координатам β и λ с помощью следующих соотношений:

$$\begin{aligned}\sin \beta &= \cos \varepsilon \cdot \sin \delta - \sin \varepsilon \cos \delta \sin \alpha, \\ \cos \beta \sin \lambda &= \sin \varepsilon \cdot \sin \delta + \cos \varepsilon \cdot \cos \delta \cdot \sin \alpha, \\ \cos \beta \cos \lambda &= \cos \delta \cdot \cos \alpha,\end{aligned}$$

где ε — угол наклона эклиптики к линии небесного экватора, равный $23^\circ 27'$.

Звездный компас

Итак, мы установили, что каждой точке пространства соответствует бесконечное множество вложенных друг в друга (концентрических) небесных сфер с центром в этой точке.

Если же ввести на небесной сфере геометрию, связывающую небесную сферу с Землей, то каждой точке земной поверхности будет соответствовать семейство небесных сфер с вполне определенным расположением основных кругов и линий, а двум разным точкам будут соответствовать семейства небесных сфер с различными расположениями основных кругов и линий. Иными словами, между точками земной поверхности и семействами небесных сфер с различным расположением основных кругов и линий существует взаимно однозначное соответствие. Это обстоятельство открывает возможность ориентирования с помощью небесной сферы.

Выясним прежде всего, чем отличаются друг от друга небесные сферы, соответствующие различным точкам одного и того же меридиана. Рассмотрим сперва небесную сферу, построенную для точки, расположенной на некоторой средней широте северного полушария Земли. У такой небесной сферы линия небесного

экватора составляет с линией истинного горизонта некоторый положительный угол. Линия небесного экватора поднимается над линией истинного горизонта в южной стороне неба, достигая максимального удаления от нее в точке пересечения с небесным меридианом.

По самому характеру построения линий и кругов небесной сферы небесный экватор при ее вращении как бы движется вдоль самого себя, а все небесные светила описывают окружности, плоскости которых параллельны плоскости небесного экватора. Поэтому любое небесное светило при вращении небесной сферы дважды в сутки проходит через небесный меридиан. Явление прохождения светила через небесный меридиан получило название *кульминаций*. Осью мира меридиан делится на две части. Если в момент кульминации светило пересекает небесный меридиан в той его части, которая содержит зенит, то кульминация называется *верхней*. При пересечении светилом части меридиана, содержащей надир, кульминация называется *нижней*. Попутно заметим, что если высота светила в течение полного оборота небесной сферы остается положительной, оно является для данной земной широты *незаходящим*, если отрицательной — *невосходящим*. Если же высота светила меняет в течение полного оборота небесной сферы (т. е. на протяжении суток) свой знак, то светило является заходящим.

Станем теперь перемещаться вдоль земного меридиана к северу (рис. 7). Какие изменения произойдут с небесной сферой? Мы обнаружим, что по мере продвижения на север северный полюс мира будет постепенно приближаться к зениту, а следовательно, линия небесного экватора — сближаться с линией математического горизонта. Когда мы достигнем полюса Земли, отвесная линия совпадет с осью мира, следовательно, полюс мира совпадет с зенитом, плоскость экватора — с горизонтальной плоскостью, а линия небесного экватора — с линией математического горизонта (рис. 7 слева). Поэтому для наблюдателя, находящегося на полюсе, звезды движутся параллельно плоскости математического горизонта. А это означает, что на полюсе высота звезд данного полушария не изменяется с течением времени. Другими словами, на полюсе все звезды данного полушария незаходящие.

Любопытно отметить, что на полюсе невозможно использовать горизонтальную систему небесных координат. Дело в том, что на полюсе нельзя выделить направление небесного меридиана: так как зенит совпадает с полюсом мира, то положение плоскости небесного

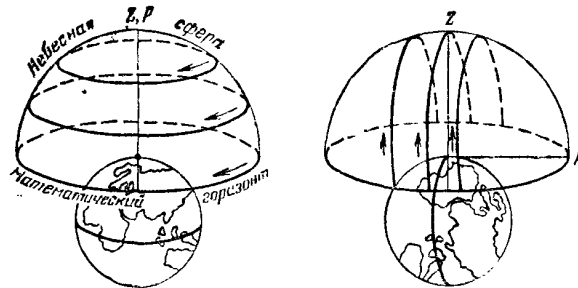


Рис. 7. Высота полюса мира и географическая широта.

меридиана определяется здесь уже не тремя, а фактически только двумя точками, т. е. становится неопределенным. В точке пересечения оси вращения Земли с ее поверхностью любое направление есть направление на юг. Таким образом, на линии горизонта исчезает фиксированная точка, от которой следует отсчитывать азимут...

Теперь от средних широт северного полушария предпримем путешествие в направлении, противоположном северному полюсу Земли, к земному экватору. Мы обнаружим, что высота линии небесного экватора над горизонтом постепенно возрастает, а зенитное расстояние соответственно уменьшается. На экваторе северный полюс мира окажется на линии математического горизонта, а ось мира будет лежать в горизонтальной плоскости. Линия же небесного экватора пройдет через зенит и будет расположена перпендикулярно к линии горизонта (рис. 7 справа). Следовательно, на земном экваторе все звезды будут восходить и заходить перпендикулярно к линии горизонта. При этом все они будут заходящими и восходящими.

Для небесных сфер, соответствующих различным широтам южного полушария Земли, повторится то же

самое с той лишь разницей, что место северного полюса мира в них займет южный, а кульминация небесных светил будет происходить не над точкой юга, а над точкой севера.

Теперь мы располагаем всеми необходимыми предварительными сведениями для ориентирования по небесным светилам.

Как мы уже знаем, первая задача ориентирования на местности заключается в определении направления «север—юг». Это направление принято называть *полуденной линией*.

Определить направление полуденной линии можно по моменту кульминации центра солнечного диска. В момент прохождения небесного меридиана Солнце достигает максимальной высоты и, следовательно, земные предметы при этом отбрасывают наиболее короткие тени.

Исходя из этого, можно пользоваться простым и в то же время достаточно надежным способом определения полуденной линии. Надо выбрать какой-либо предмет, отбрасывающий на ровную поверхность достаточно тонкую тень (можно вбить в землю колышек), и вблизи истинного полудня *) отмечать через небольшие промежутки времени положение конца тени на земле.

Направление самой короткой тени будет совпадать с направлением «север—юг».

В тех случаях, когда определение направления «север—юг» по Солнцу необходимо осуществить не в полдень, а в иное время дня, это можно сделать, имея в виду следующие обстоятельства. Поскольку, перемещаясь по небесной сфере суточным движением, Солнце совершает один полный оборот за 24 часа, за один час оно перемещается по дуге на 15° . Поэтому, зная местное время, можно по положению Солнца в данный момент приблизительно оценить, в каком месте небесной сферы оно будет находиться (или находилось, если наблюдения проводятся после полудня) в полдень.

Характер движения Солнца в значительной степени зависит от времени года и географической широты.

*) Из-за введения часовых поясов и декретного времени момент кульминации Солнца не совпадает с 12 часами дня по местному времени. Так, например, в Москве Солнце кульминирует в 12 ч. 30 минут по московскому времени.

В средних широтах северного полушария, где располагается большая часть территории нашей страны, способы определения времени по Солнцу практически повсюду одинаковы. То же можно сказать и об использовании Солнца в качестве ориентира для определения сторон света.

В обиходе часто можно услышать: Солнце восходит на востоке, а заходит на западе. Но это не соответствует истине: данное утверждение бывает справедливо только дважды в году: в дни весеннего и осеннего равноденствий. В даты равноденствий день и ночь составляют ровно половину суток, т. е. 12 часов. (Эти же даты считаются началом астрономической весны и астрономической осени.) Но если обратиться к отрывному или настольному календарю, то мы увидим, что в 1978 г., например, день равен ночи не в даты равноденствий, а 18 марта и 26 сентября. Это обусловлено явлением *рефракции* — преломлением лучей в атмосфере, вследствие чего светило кажется выше, чем на самом деле, и поэтому его восход происходит раньше, а заход позднее. В среднем величина рефракции составляет $35'$, т. е. несколько превосходит угловой диаметр солнечного диска.

В летнее полугодие точки восхода и захода Солнца приближаются к северу, в зимнее полугодие — к югу. Азимуты этих точек определяются текущим положением Солнца на эклиптике. На широте Москвы азимуты точек восхода и захода изменяются в пределах от 47° до 137° к востоку и западу от точки юга (к востоку отрицательные, к западу положительные*).

Для определения азимутов точек восхода и захода Солнца на разных широтах служит формула

$$\cos A = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi},$$

которая дает азимут точки захода. (Если азимут получается отрицательным, то его числовое значение нужно вычесть из 180° .) Для точки восхода азимут берется со знаком «минус».

*) Это азимуты точек на Земле. Они отсчитываются иначе, чем азимуты в небесной системе координат.

Поправки для моментов восхода и захода Солнца можно рассчитать по номограмме, помещаемой в Астрономическом Календаре — ежегоднике Всесоюзного астрономо-геодезического общества (подробнее о нем мы расскажем в конце книги).

Иначе выглядит суточное движение Солнца в зоне тропиков. Для наглядности опишем движение Солнца непосредственно на экваторе земного шара.

Как уже было сказано выше, половина эклиптики расположена в северном полушарии небесной сферы, половина в южном. Иначе говоря, в период между 21 марта и 23 сентября Солнце находится в северном полушарии небесной сферы, а в период с 23 сентября по 21 марта в южном.

Дважды в год — 21 марта и 23 сентября — Солнце на экваторе восходит и заходит, как и всюду на Земле (кроме полюсов, где практически эти направления отсутствуют), в точках востока и запада. В полдень Солнце достигает зенита. Характерно, что движение Солнца в эти дни происходит перпендикулярно к плоскости горизонта, что сказывается на продолжительности предраусветных и вечерних сумерек: так как скорость суточного движения Солнца составляет примерно 15 градусов в час, то сумерки в этот период заканчиваются за какие-нибудь полчаса. (Между прочим, быстротечность сумерек заметна и в южных районах нашей страны.) В дни летнего и зимнего солнцестояния 22 июня и 23 сентября, когда Солнце больше всего удаляется от небесного экватора, азимуты точек его восхода и захода смещаются на $23^{\circ}27'$ к северу или к югу. И если на полюсах в это время максимальная высота Солнца составляет $23^{\circ}27'$ над горизонтом, то здесь, на экваторе, она равна $90^{\circ} - 23^{\circ}27' = 66^{\circ}33'$. Это минимальная высота полуденного экваториального Солнца. При этом в период с 21 марта по 23 сентября Солнце кульминирует над точкой севера, а в период с 23 сентября по 21 марта — над точкой юга. Вообще для жителей экваториального пояса (от $23^{\circ}27'$ северной широты до $23^{\circ}27'$ южной широты) Солнце кульминирует полгода над точкой севера и полгода над точкой юга.

Для наблюдателей, находящихся южнее $23^{\circ}27'$ южной широты, Солнце всегда кульминирует в север-

ной стороне неба. Суточное движение его происходит не слева направо, как мы к этому привыкли, а справа налево (если стоять лицом к Солнцу). В южном полушарии, став лицом к полуденному Солнцу, мы будем иметь справа восток, слева — запад, юг же окажется у нас за спиной.

Наиболее простой и надежный способ определения направления «север—юг» в ночное время связан с отысканием северного или южного полюса мира. Проведя

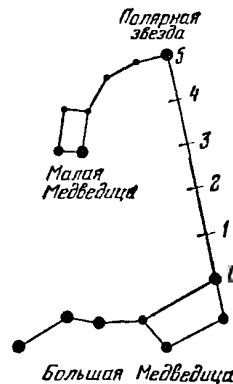


Рис. 8. Нахождение Полярной звезды по созвездиям Большой Медведицы.

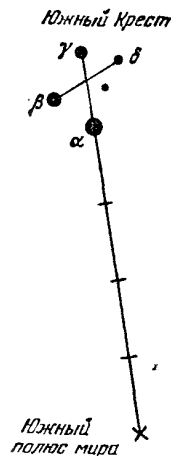


Рис. 9. Ориентирование по созвездиям Южного Креста.

через две точки — полюс мира и точку, в которой находится наблюдатель, вертикальную плоскость, мы определим положение плоскости меридиана и тем самым найдем точки севера и юга.

В северном полушарии Земли найти полюс мира можно, отыскав на небе Полярную звезду. Правда, при этом результат получится не совсем точным, так как в действительности Полярная звезда не совпадает с северным полюсом мира, а находится от него на расстоянии примерно 1° дуги.

Полярную звезду удобнее всего искать, «отталкиваясь» от хорошо всем знакомого созвездия Большой

ЗВЕЗДЫ СМОТРЯТ ВНИЗ

Медведицы. Семь наиболее ярких звезд этого созвездия образуют характерную фигуру ковша. (Этот «ковш» может быть расположен на небе по-разному: и «нормально», и «вверх дном», и «ручкой вниз» и т. п.) Если мысленно соединить две крайние звезды ковша прямой линией, продолжить ее в сторону, противоположную «дну» ковша и отложить на этой линии приблизительно пять отрезков, равных по величине расстоянию между этими звездами, то мы обнаружим Полярную звезду, которая входит в созвездие Малой Медведицы. Три наиболее заметные звезды этого созвездия и четыре слабые также образуют фигуру маленького ковша. Полярная звезда является крайней звездой «ручки» этого «ковшика» (рис. 8).

В южном полушарии Земли отыскание южного полюса мира является задачей более сложной, так как в непосредственной близости от этой точки небесной сферы нет такой яркой звезды, как Полярная.

Решить эту задачу помогает одно из самых примечательных созвездий южного неба — знаменитый Южный Крест — созвездие, получившее поэтическое описание в мемуарах многих путешественников. Отыскав на небе это созвездие, надо мысленно провести линию через верхнюю и нижнюю его звезды (при условии, если яркие звезды α и β Центавра расположены слева) и продолжить ее в сторону более длинной части фигуры Креста, отложив на ней приблизительно четыре отрезка, равных по величине расстоянию между этими звездами. Найденная точка и будет южным полюсом мира, который находится в неярком созвездии Ок-
танта (рис. 9).

Это образное выражение, нередко встречающееся в художественной литературе, обычно употребляется для того, чтобы подчеркнуть тот факт, что хотя небесные светила находятся от нас очень далеко, наша земная жизнь так или иначе связана с космосом.

Одним из конкретных выражений этой связи является возможность определения земных географических координат, т. е. широты и долготы по наблюдениям небесных светил.

Первым прибором, служащим этой цели и созданным еще в III в. до н. э., была астролябия, которая состояла из нескольких металлических колец с делениями, снабженных диоптрами. Прибор широко употреблялся до XVI в., когда был заменен более совершенными устройствами — градусником, квадрантом и, наконец, секстантом, идея которого была высказана Ньютоном (1643—1727).

Однако идея ученого не получила должного признания. В 1730—1731 гг. секстант был вновь изобретен почти одновременно и независимо друг от друга американцем Годфреем и англичанином Годлеем. Прибор этот дошел и до нашего времени, не претерпев принципиальных изменений (рис. 10).

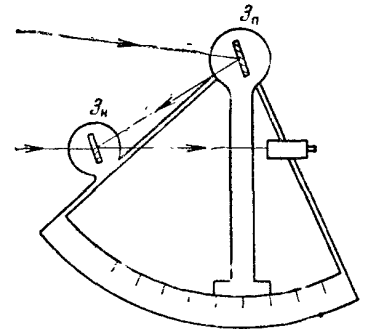


Рис. 10. Схема секстанта.

Секстант состоит из небольшой врытельной трубы, в поле зрения которой находится неподвижная стеклян-ная пластинка (зеркало) Z_n . Ее нижняя половина посеребрена, а верхняя прозрачна. Кроме того, в сек-станте есть второе, подвижное зеркало Z_n . При наблю-дении с секстантом можно видеть сразу два объекта: один виден в трубу непосредственно через прозрачную часть первого зеркала, а лучи от второго отражаются от обоих веркал и тоже попадают в трубу. Для того чтобы «поймать» нужный объект, поворачивают второе зеркало. Изображения обоих объектов совмещают. Угол поворота отсчитывается на лимбе (дуге с делени-ями). Угол поворота зеркала секстанта вдвое мень-ше угла между объектами, поэтому деления на лимбе оцифрованы числами, вдвое большими угла поворота зеркала.

Если требуется определить высоту какого-либо све-тила, его изображение в поле зрения секстанта надо совместить с изображением линии горизонта.

Секстант — надежный прибор, с помощью которого можно вести угловые измерения на небе с точностью до $10''$ даже в условиях морской качки.

Определение широты

Совершая путешествие на северный полюс Земли и па экватор, мы обнаружили, что при этом изменяется положение северного полюса мира. При перемещении наблюдателя с полюса к экватору высота полюса мира становится все меньше и меньше, изменяясь от 90° до нуля. Уже отсюда следует, что каждой широте на Земле соответствует вполне определенное положение северного полюса мира на небесной сфере.

Это утверждение может быть строго доказано в виде теоремы: *высота полюса мира над горизонтом равна географической широте данного места.*

В самом деле, обратимся к рис. 11. На нем представ-лена проекция на плоскость чертежа вемного шара и не-бесной сферы, соответствующей положению наблю-дателя в точке M , при этом ось вращения Земли распо-лагается в плоскости чертежа. Линия OZ есть отвесная линия для данной точки, линия NS — проекция на плоскость чертежа плоскости горизонта. Линия MP —

направление на полюс мира, соответствующее точке M , которое из-за удаленности полюса мира практически можно считать параллельным оси вращения Земли. Угол Q_1OM есть географическая широта точки $M(Q_1Q_2$ — экватор Зем-ли), а угол NMP — вы-сота полюса мира над горизонтом.

Сравним между собой эти два угла. Не-трудно видеть, что они образованы взаимно пер-пендикулярными сторо-нами. В самом деле: линия PM — параллель-на оси вращения Зем-ли, а эта последняя, по построению, перпенди-кулярна к проекции плоскости земного эква-тора на плоскость черте-жа. А линия NS , по построению, перпендикулярна к отвесной линии. Но, как известно, углы, образованные взаимно перпенди-кулярными сторонами, равны.

Аналогичную теорему можно доказать и для точек вемного меридиана, расположенных в южном полушарии Земли. Только здесь широта определяется по вы-соте южного полюса мира.

Необходимо особо оговорить одно важное обстоя-тельство. Дело в том, что в действительности наша пла-нета не является правильным шаром. Когда мы гово-рим, что Земля — шар, это лишь самое первое и самое неточное приближение к ее истинной геометрической фигуре.

Благодаря вращению вокруг оси Земля несколько сплюснута у полюсов: ее полярный радиус примерно на 21 км короче экваториального. Вследствие этого в сечениях Земли по меридианам должны получаться не окружности, а эллипсы. Тело, которое в сечениях по меридианам дает эллипсы, а в сечениях по парал-лелям окружности, называется *сфероидом* или двух-осным эллипсоидом.

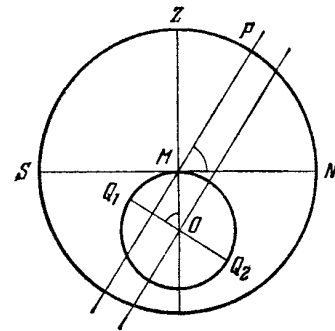


Рис. 11. Теорема о зависимости высоты полюса мира от геогра-фической широты.

Но двухосный эллипсоид — лишь одно из первых приближений к истинной, очень сложной форме нашей планеты, получившей название *геоида*. Геоид — это та форма, которую имела бы Земля, если бы она была сплошь покрыта водой. В последние годы, в особенности благодаря наблюдениям с искусственных спутников Земли, наши знания о геоиде значительно расширились и уточнились. На рис. 12 сравнивается фигура геоида (сплошная линия) с фигурой эллипсоида.

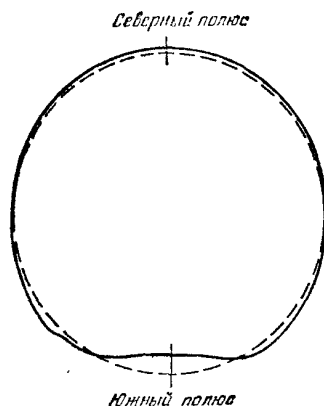


Рис. 12. Геоид и трехосный эллипсоид.

Как видно на этом рисунке, южный полюс «вдавлен» примерно на 30 м. Если бы Земля обладала правильной шарообразной формой и распределение вещества в ее недрах было однородным, то направление отвесной линии в каждой точке ее поверхности совпадало бы с направлением соответствующего этой точке земного радиуса. Но так как ни то, ни другое условие не выполняется, то на самом деле имеет место несовпадение отвесной линии с радиусом, величина которого меняется от одной точки земной поверхности к другой. Величина эта зависит от двух факторов: эллиптичности меридионального сечения Земли и неравномерности распределения масс.

Что касается первого фактора, то он, как нетрудно сообразить, приводит лишь к параллельному сдвигу отвесной линии и поэтому на величину географической широты данной точки земной поверхности практически никакого влияния не оказывает.

Второй фактор вызывает отклонение отвесной линии от направления радиуса, соответствующего данной точке на некоторый угол, зависящий от направления силы тяжести. Поэтому, строго говоря, высота

полюса мира над горизонтом будет несколько отличаться от географической широты данной точки. Чтобы это отклонение учесть, надо располагать данными об аномалиях направления силы тяжести. Однако величина соответствующей поправки, как правило, незначительна и ее можно не принимать во внимание.

Что касается практического определения широты, то в северном полушарии Земли ее можно узнать, измерив высоту Полярной звезды. При этом, однако, не следует забывать, что Полярная звезда отстоит от северного полюса мира примерно на 1° . Поэтому для точного измерения надо выбирать момент верхней или нижней кульминации Полярной звезды, т. е. момент, когда эта звезда, как и полюс мира, находится на линии небесного меридиана.

При этом условии искомую широту мы получим в первом случае, отняв от полученного результата 1° , а во втором — прибавив к нему 1° .

Однако измерить широту данного места можно не только по полюсам мира, но и путем наблюдения любой звезды.

Рассмотрим сечение небесной сферы, при котором плоскость небесного меридиана совпадает с плоскостью чертежа (рис. 13). Здесь OP — ось мира, NS — проекция плоскости горизонта, Q_1Q_2 — проекция плоскости небесного экватора, угол φ — высота полюса мира над горизонтом, равная широте данного места, угол ν — высота точки пересечения Q_1 плоскости небесного экватора с небесным меридианом (иными словами, угол наклона плоскости небесного экватора к плоскости горизонта).

Из чертежа видно, что

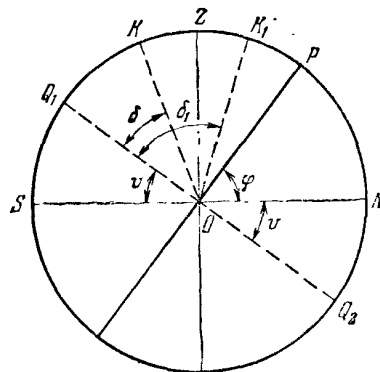
$$\varphi + \nu = 90^\circ.$$


Рис. 13. Определение широты по кульминации светил.

Следовательно,

$$v = 90^\circ - \varphi, \quad (2)$$

а угол Q_1OZ , как дополняющий v до 90° , равен φ .

Отсюда вытекает очевидный способ определения широты, т. е. угла φ по наблюдениям кульминаций звезд. В самом деле, пусть какая-либо звезда кульминирует в точке K . Из чертежа видно, что угол v равен разности между высотой избранной звезды h в момент кульминации и ее склонением δ .

Но согласно (2)

$$90^\circ - \varphi = h - \delta,$$

откуда

$$\varphi = 90^\circ + \delta - h. \quad (3)$$

Высота звезды в момент кульминации измеряется с помощью угломерного инструмента, а ее склонение определяется по звездной карте или берется из астрономического каталога.

Формула (3) пригодна для тех случаев, когда звезда кульминирует к югу от точки зенита. Если же верхняя кульминация имеет место к северу от точки зенита, то из чертежа находим

$$\varphi = h - (90^\circ - \delta_1)$$

или

$$\varphi = \delta_1 + h - 90^\circ, \quad (4)$$

но

$$h - 90^\circ = -(90^\circ - h),$$

откуда

$$\varphi = \delta_1 - z, \quad (5)$$

где z — зенитное расстояние звезды в момент кульминации.

Для практических измерений лучше пользоваться формулой (4).

Формула (3) пригодна и в том случае, когда наблюдения ведутся в дневное время и в качестве кульминирующего светила используется центр Солнца. Склонение Солнца для данного дня года берется из соответствующих астрономических таблиц.

Есть и еще один удобный способ определения широты по наблюдениям звезд, охотно применяемый в мореплаваньи.

Если звезда в данный момент находится в точке зенита, то, как видно из рисунка, ее склонение ($\angle Q_1OZ$) равно широте ($\angle PON$), поскольку у этих углов стороны взаимно перпендикулярны. То же самое можно непосредственно получить из формулы (5) при условии $z = 0$:

$$\varphi = \delta. \quad (6)$$

В этом случае определение широты сводится к выяснению с помощью каталога или звездной карты склонения звезды, которая в данный момент находится в точке зенита.

В современных морских астрономических ежегодниках приводятся прямые восхождения (α) для 159 навигационных звезд. Однако примерно около ста из них — это сравнительно слабые звезды, и практически для астронавигационных наблюдений используется около 60 звезд. Это объясняется тем, что с наступлением ночной темноты в открытом море становится неразличимой линия горизонта, от которой требуется измерять высоты небесных светил. Для наблюдений по этой причине необходимы звезды, которые видны в сумерки, когда линия горизонта еще достаточно хорошо видна.

Правда, уже в годы второй мировой войны на судах появились секстанты с искусственным горизонтом, в дальнейшем непрерывно совершенствовавшиеся. Наиболее надежными являются гироскопические системы. Однако существующие конструкции весьма сложны и дороги и поэтому применяются только на самых крупных судах и в подводном флоте. Создание простых, дешевых и надежных систем искусственного горизонта — одна из главных задач современной мореходной астрономии.

Впрочем, существует и довольно простая конструкция секстанта с пузырьковым уровнем и полуавтоматическим пружинным интегратором, обрабатывающим результаты наблюдений и выдающим среднее значение измеряемого угла. Однако работать с этим инструментом в условиях качки весьма затруднительно. Наблюдатель должен в течение 140 секунд (время работы интегратора) обеспечивать совмещение трех точек: изображение светила, пузырька уровня и креста нитей.

Вести астрономические наблюдения с борта современных самолетов значительно удобнее, чем с борта морских судов. Реактивные самолеты, летающие на больших высотах, выше облаков, могут осуществлять астрономические наблюдения независимо от погоды на Земле и практически не испытывают качки.

Наконец, в авиации допустимы более значительные курсовые ошибки, чем в мореплавании, так как эти ошибки могут быть легко скорректированы при подходе к аэродрому назначения.

Расскажем об определении широты в дневное время. С географической широтой места наблюдения непосредственно связана полуденная высота Солнца. Зная склонение Солнца на текущую дату, нетрудно по измеренной высоте Солнца в полдень определить географическую широту места. Так, в дни равноденствий полуденная высота Солнца равна

$$90^\circ - \varphi,$$

где φ — географическая широта. В дни солнцестояний 22 июня и 21 декабря склонение Солнца (точнее, центра солнечного диска) составляет $+23^\circ 27'$ и $-23^\circ 27'$ соответственно и полуденная высота его 22 июня равна

$$90^\circ - \varphi + 23^\circ 27',$$

а 21 декабря

$$90^\circ - \varphi - 23^\circ 27'.$$

Из этих формул следует, что в зените Солнце может быть только на широтах, значения которых не превосходят $23^\circ 27'$. Это широты тропиков. Для дат между днями равноденствий и солнцестояний склонение Солнца можно взять из Астрономического Календаря. В районах севернее $66^\circ 33'$ северного полушария и южнее $66^\circ 33'$ южного полушария Солнце, по крайней мере один раз в году, остается над горизонтом в течение целых суток. Здесь в определенную часть года можно ориентироваться по Солнцу не только в полдень, но и в полночь.

Чем ближе к полюсам Земли, тем дольше остается Солнце над горизонтом в летнее время года, тем больший срок оно оказывается невосходящим в зимнее полугодие. Теоретически на полюсах Солнце летом полгода остается над горизонтом и столько же в течение зимы

находится под горизонтом. Однако вследствие рефракции продолжительность полярного дня несколько превышает продолжительность полярной ночи.

Для полярников весьма существенным является умение вычислить начало полярного дня на данной широте, а также момент наступления полярной ночи. Началом полярного дня может считаться момент, когда верхний край Солнца впервые касается горизонта после периода невидимости. Для этого нужно знать склонение верхнего края солнечного диска

$$\delta + R' + \rho,$$

где δ — склонение центра диска Солнца, R' — видимый угловой радиус Солнца ($16'$), ρ' — рефракция.

Из формул сферической астрономии можно найти, что

$$\delta + R' + \rho = 180^\circ - (\varphi + 90^\circ),$$

откуда

$$\delta = 90^\circ - (\varphi + R' + \rho).$$

По известным значениям φ , R' и ρ (значение последней величины берется из таблиц) можно определить склонение Солнца и по таблицам из Астрономического Календаря определить день.

Подобным же образом производятся расчеты для полярной области южного полушария, в частности, для Антарктиды.

Попутно затронем вопрос о происхождении знаменитых «белых ночей», которые наблюдаются всюду на широтах около 60° .

В астрономии есть понятие *гражданских* и *астрономических* сумерек. Вечерние гражданские сумерки заканчиваются, когда Солнце опустится под горизонт на 7° . При этом небо постепенно темнеет, но еще остается настолько светлым, что звезды увидеть невозможно. Практически в этот период нет необходимости включать в городах уличное освещение. По окончании гражданских сумерек (по мере дальнейшего понижения Солнца) на небе наблюдается постепенное появление звезд, и после того как Солнце опустится под горизонт на 18° , устанавливается полная темнота, и на небе становятся видны звезды вплоть до 6-й звездной величины. Это —

окончание астрономических сумерек. Утром описание явления происходит в обратном порядке.

На географической широте 60° в период, близкий к летнему солнцестоянию 22 июня, полуденная высота Солнца составляет около 53° . В полночь же Солнце, очевидно, опускается под горизонт на глубину всего около 7° и тут же начинает подниматься. Происходит смыкание гражданских сумерек и темнота не наступает.

Кстати, отметим, что экватор и полюс планеты — единственные места на Земле, где круглый год бывает равноденствие. В самом деле — если на экваторе, где ось мира лежит в плоскости горизонта, все светила ровно половину суток находятся над горизонтом и столько же под горизонтом (если не принимать во внимание рефракцию), то на полюсах, где ось мира перпендикулярна к плоскости горизонта полярная ночь и полярный день (опять-таки без учета рефракции) приблизительно равны между собой, значит, для полюсов также формально соблюдается условие равноденствия.

Определение долготы

В географии долгота отсчитывается к востоку и к западу от Гринвичского меридиана от 0° до 180° . В первом случае долгота называется *восточной*, во втором — *западной*.

Первым способом определения долготы был способ наблюдения положений спутников Юпитера, разработанный Галилеем. Однако этот метод требовал телескопических наблюдений, затруднительных в условиях морского плавания, и не отличался большой точностью. Так, например, с его помощью Колумб определил долготу Кубы с ошибкой около 30° , что соответствует 1800 морским милям (одна морская миля равна 1852 м).

Другой метод, разработанный несколько позже, был основан на наблюдениях положений Луны относительно звезд. Он применялся вплоть до середины XVIII в.

В 1765 г. англичанин Джим Гаррисон изобрел пружинные часы — хронометр, точность хода которого мало зависела от колебаний температуры и давления. Кроме того, хронометр был снабжен специальным приспособлением, компенсирующим замедление хода, воз-

никающее в результате постоянного ослабления. Натяжения пружины в процессе ее раскручивания.

С помощью хронометра, идущего по *всемирному времени*, определение долготы данной точки можно произвести путем сравнения *местного времени* на начальном меридиане и местного времени на меридиане точки наблюдения.

В самом деле, Земля за 24 часа совершает один полный оборот вокруг своей оси. Следовательно, за один час земной шар поворачивается на 15° . Иными словами, 15° долготы соответствуют разнице местного времени в 1 час, или 60 минут, а 1° долготы — в 4 минуты. Следовательно, для определения долготы необходимо измерить разность между местным временем в данный момент и временем в тот момент на начальном меридиане и перевести эту разность в градусы долготы.

Сравнение местного времени не обязательно проводить с временем начального меридиана, а можно воспользоваться знанием времени на любом другом меридиане земного шара, например, московском (*московское время*).

Что же такое местное время, чем оно измеряется и каким способом определяется? С древних времен основным эталоном для отсчета времени служит вращение небесной сферы, которое, как мы знаем, является отражением собственного вращения Земли. Как нетрудно сообразить, один оборот небесной сферы соответствует промежутку времени между двумя последовательными верхними кульминациями одной и той же звезды.

Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия γ на одном и том же географическом меридиане принято называть *звездными сутками*. *Звездное время* α — это время, протекающее от верхней кульминации точки γ до любого другого ее положения, выраженное в долях звездных суток. Но точка весеннего равноденствия на небе ничем не отмечена. Поэтому для удобства измерений на небесной сфере, связанных с исчислением времени, применяется другая экваториальная система координат, в которой координатами являются склонение и часовой угол t (рис. 14).

Как и прямое восхождение, часовой угол отсчитывается по дуге небесного экватора, но, в отличие от пря-

мого восхождения, отсчет ведется не от точки весеннего равноденствия, а от линии небесного меридиана и в противоположном направлении (т. е. в направлении собственного видимого вращения небесной сферы).

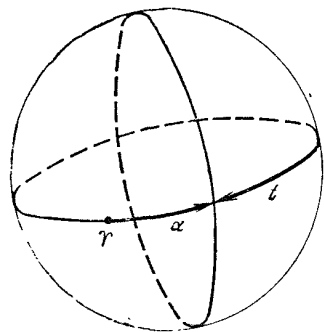


Рис. 14. Часовой угол.

Отсюда следует, что часовой угол t любого светила равен нулю в момент его верхней кульминации, а затем, по мере вращения небесной сферы, он постепенно увеличивается от 0 до 360° , или от 0 до 24 часов.

Часовой угол точки весеннего равноденствия t_γ , выраженный в часовой мере, — это и есть звездное время, т. е.

$$s = t_\gamma. \quad (7)$$

На практике звездное время получают, измерив часовой угол какого-либо светила и сложив его с α этого светила:

$$s = \alpha + t. \quad (8)$$

Если сумма получается больше 24 часов (в астрономии это обозначается так: 24^h), то эти 24 часа отбрасывают. В момент верхней кульминации светила его часовой угол $t = 0$ и тогда

$$s = \alpha, \quad (9)$$

а в момент нижней кульминации $t = 12^h$ и

$$s = \alpha + 12^h. \quad (10)$$

В южном полушарии $s = \alpha$ для нижней кульминации.

Однако практически мы живем не по звездному, а по солнечному времени. Суточное перемещение Солнца по небесной сфере определяет смену дня и ночи. Если бы Солнце всегда находилось в одной и той же точке небесной сферы (т. е. прямое восхождение и склонение центра солнечного диска оставались бы постоянными), то промежуток времени между двумя последовательными кульминациями центра Солнца равнялся бы звездным суткам.

Однако благодаря движению по эклиптике Солнце, как мы уже знаем, смещается относительно звезд в направлении, противоположном направлению суточного вращения небесной сферы. Поскольку в течение года Солнце совершает по эклиптике полный оборот, т. е. перемещается на 360° , то суточное смещение Солнца составляет приблизительно 1° . Нетрудно сообразить, что благодаря этому смещению каждая очередная верхняя кульминация Солнца происходит с некоторым запаздыванием. Иными словами, продолжительность солнечных суток несколько больше продолжительности звездных суток. (По этой причине в году 366,4 звездных суток и только 365,4 солнечных.)

Время, отсчитываемое по видимому суточному движению Солнца, называется *истинным солнечным временем*. Однако истинные солнечные сутки, соответствующие различным моментам года, неодинаковы по своей продолжительности. Это объясняется тем, что угловая скорость движения Земли вокруг Солнца в силу ряда причин не является постоянной. В связи с этим пришлось ввести так называемые *средние солнечные сутки*. Средние солнечные сутки — это промежуток времени между двумя последовательными верхними (или нижними) кульминациями *среднего* экваториального Солнца.

Средним экваториальным солнцем называется воображаемая точка, перемещающаяся по экватору с постоянной угловой скоростью.

В этом случае средний полдень есть момент верхней кульминации среднего экваториального солнца, среднее солнечное время (считаемое от полуночи) равняется часовому углу среднего экваториального солнца, выраженному в часовой мере, плюс 12 часов.

Соответствующий счет времени получил наименование *среднего солнечного времени* или *среднего времени* T_{cp} .

Таким образом,

$$T_{cp} = t_{cp} + 12^h, \quad (11)$$

где T_{cp} — среднее время, t_{cp} — часовой угол в часах среднего экваториального солнца. Если получается величина, большая 24 часов, то 24 часа отбрасывают.

По причине, о которой говорилось выше, продолжительность средних солнечных суток, так же как и истинных солнечных суток, больше, чем продолжительность звездных суток. Как показывают подсчеты, эта разница составляет 3 минуты 56 секунд. Это означает, что часы, идущие по звездному времени, по сравнению с часами, идущими по среднему времени, уходят за каждые сутки вперед на 3 минуты 56 секунд. Вследствие этого за один месяц расхождение составит около двух часов, за 3 месяца — около 6 часов, за год около 24 часов.

Необходимо иметь в виду, что началом звездных суток является момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия, а началом средних суток — момент нижней кульминации среднего экваториального солнца. Поэтому звездное и среднее время совпадают в момент, когда среднее экваториальное солнце проходит через точку эклиптики, диаметрально противоположную точке весеннего равноденствия (т. е. точку осеннего равноденствия). Для среднего экваториального солнца это случается 21 сентября.

Разность звездного и среднего солнечного времени для различных дней года в виде таблицы приводится в астрономических календарях и ежегодниках. С помощью этой таблицы можно, определив звездное время, вычислить соответствующее данному моменту года среднее время.

Среднее время можно определить и по наблюдениям Солнца. Но при этом необходимо учитывать, что продолжительность средних солнечных суток, вообще говоря, не равна продолжительности истинных солнечных суток и среднее время отличается от истинного. Разность между ними (уравнение времени) не одинакова для различных дней года и бывает то положительной, то отрицательной, а четыре раза в течение года она обращается в нуль.

Зная уравнение времени (оно приводится в астрономических справочниках), можно по истинному солнечному времени определить среднее. *Среднее время для данной точки земного шара* (т. е. время, которое определяется по моменту кульминации среднего экваториального солнца в данном месте), и называется *местным временем*.

Из самого характера определения астрономического времени следует, что местное время для всех точек одного и того же меридиана одинаково.

Но для того, чтобы определить долготу, надо не только знать местное время в данной точке, но и местное время на начальном меридиане (всемирное время) или местное время другой точки, долгота которой известна (например, Москвы). Это условие можно обеспечить с помощью точных часов (хронометра), идущего по всемирному или московскому времени, или с помощью сигналов точного времени, передаваемых по радио в определенные часы суток.

В последние годы на морских судах стали устанавливать специальные электронно-часовые комплексы, главную часть которых составляют кварцевые часы-матка, ошибка хода которых не превосходит одной секунды в год. Кроме того, используются сигналы точного времени, передаваемые по радио и принимаемые на слух, что обеспечивает точность в пределах одной секунды, вполне достаточную для нужд обычного мореплавания.

Наибольшая точность в определении времени может быть достигнута путем приема сигналов, специально передаваемых по радио в конце определенных часов суток особыми станциями на заранее фиксированных волнах. Каждый раз передается 180 сигналов — 60 подготовительных, 60 настроечных и 60 контрольных, по которым и осуществляется определение времени.

Определение местоположения

Выберем любую звезду S и соединим ее прямой линией с центром Земли. Точка пересечения этой линии, которая является продолжением земного радиуса, с поверхностью Земли в навигационной астрономии называется *полусом освещения* S_n данного светила (рис. 15). Из построения следует, что из своего полюса освещения любое светило наблюдается точно в зените.

Измерим зенитное расстояние звезды S . В мореходной астрономии измеряется высота светила. В этом случае зенитное расстояние z можно найти по формуле

$$z = 90^\circ - h. \quad (12)$$

На рис. 15 MS_1 — направление на звезду S из точки наблюдения M . Благодаря удаленности наблюдаемой звезды линии MS_1 и OS можно считать практически параллельными. Отсюда следует, что

$$\angle ZMS' = \angle ZOS$$

(ZM — отвесная линия). Иными словами, угловое расстояние точки M от полюса освещения S_n звезды S равно зенитному расстоянию этой звезды в точке M .

Опишем на глобусе окружность с центром в точке S_n , проходящую через точку M . Эта окружность получила название *круга равных высот*, или *позиционного*

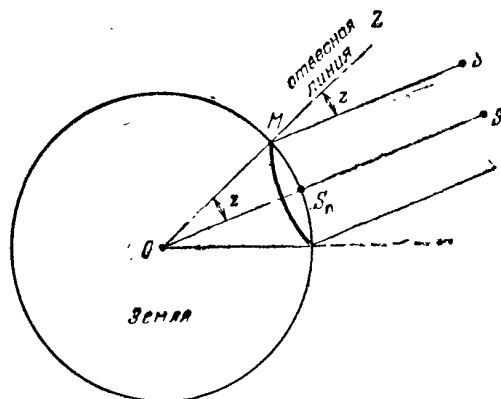


Рис. 15. Полюс освещения.

круга. Из построения следует, что во всех точках позиционного круга звезда S будет иметь одно и то же зенитное расстояние.

Выбрав другое околозенитное светило и повторив аналогичное построение, мы найдем еще один позиционный круг, соответствующий этому светилу.

Одна из двух точек пересечения обоих позиционных кругов, нанесенных на глобус или карту, и будет точкой местоположения наблюдателя. Поскольку эти точки обычно оказываются на значительных расстояниях друг от друга, то выбор именно той из них, в которой действительно находится наблюдатель, как правило, особых трудностей не вызывает.

Для того чтобы построить позиционные круги на глобусе, необходимо определить широты и долготы полюсов освещения избранных звезд.

Широты определяются по формуле (6); при этом склонение (δ) берется из таблиц, а что касается долготы, то поскольку звезда S находится на меридиане для наблюдателя, расположенного в точке S_n , по формуле (9) или (10) можно определить звездное время в этой точке (оно равно прямому восхождению звезды S , которое берется из каталога), а затем вычислить и местное время. Разность всемирного времени и местного времени в полюсе освещения дает долготу полюса освещенности.

Однако в чистом виде этот метод, получивший название метода равных высот, или метода Сомнера — Акимова, в мореплавании не применяется, так как для этого необходимы глобусы или карты больших размеров. Так, чтобы обеспечить точность, при которой 1 мм на карте равен 1 морской миле, необходим глобус диаметром 7,5 м или карта со стороной, равной 22 м.

В последние годы на флоте стал внедряться усовершенствованный метод определения местоположения по заранее подготовленным данным. Для этой цели на небесной сфере выбираются три звезды, расположенные по отношению друг к другу под углами, близкими к 120° и составляются таблицы на каждый час, позволяющие по измеренным высотам избранных звезд путем расчета соответствующих поправок быстро получать искомую точку на карте.

Однако и усовершенствованный метод Сомнера обладает существенным недостатком. Он требует довольно громоздких вычислений, которые обычно выполняются вручную. Так, определение местоположения по трем звездам подобным способом у опытного наблюдателя даже при условии предварительной подготовки необходимых данных занимает от 30 до 40 минут.

Автоматизировать подсчеты по этому методу затруднительно. С развитием электронно-счетной техники был использован другой метод, который еще в начале XVIII в. разработал Гаусс, но из-за большой сложности вычислений в то время не получил применений. Оказалось, что эти вычисления, в отличие от метода Сомнера, хорошо поддаются алгоритмизированию.

Для облегчения навигационных расчетов в последние годы на судах вводится вычислительная техника. Применяются электронно-вычислительные машины, запрограммированные таким образом, что в них достаточно ввести лишь входные данные соответствующих угловых измерений и время наблюдения, чтобы через несколько секунд получить решение навигационной задачи.

Наиболее перспективным является осуществление морской и воздушной навигации с помощью искусственных спутников Земли.

Такая система, обладающая высокой степенью надежности, позволяет с помощью специальной аппаратуры сразу получать все необходимые навигационные данные.

Дело в том, что современное мореплавание, когда на морских дорогах одновременно находится огромное количество судов, в том числе и весьма крупных (таких, например, как огромные пассажирские лайнеры, гигантские танкеры, крупнотоннажные нефтерудовозы и т. п.), предъявляет к точности судовождения все более жесткие требования. Любая навигационная ошибка может привести к тяжелым последствиям.

По имеющимся данным ежегодно в результате навигационных ошибок из состава мирового торгового флота выбывают суда общим тоннажем около одного миллиона тонн. По характеру аварий — это в большинстве случаев посадки на мель из-за неверного определения местоположения судна и курса, а также столкновения.

Отклонения от курса отрицательно сказываются и на экономической эффективности морских перевозок. Подобные отклонения чаще всего возникают в тех районах мирового океана, где сеть береговых навигационных станций недостаточно насыщена, и когда неблагоприятные условия погоды препятствуют астронавигационным наблюдениям.

Выход из положения состоит в развитии системы спутниковой навигации, дающей возможность свести к минимуму ошибки в определении местоположения судов.

Одним из возможных вариантов подобной системы могут, например, явиться шесть специализированных спутников, движущихся по полярным орбитам, т. е.

в меридиональных направлениях. При такой системе каждая точка земной поверхности, как нетрудно видеть, будет периодически проходить под каждой из шести орбит. Иными словами, в течение суток она 12 раз пересечет проекции орбит спутников на земную поверхность. Каждый из спутников непрерывно передает сигналы о своем положении по отношению к Земле. Специальная аппаратура, устанавливаемая на морских судах, принимая эти сигналы и обрабатывая их с помощью электронных вычислительных устройств, будет выдавать на табло или ленту телетайпа сведения о широте, долготе, курсе, скорости движения и времени по Гринвичу.

Применение систем спутниковой навигации позволяет судам при дальних рейсах выдерживать курс с большой точностью.

За счет точного судовождения сокращаются расстояния, преодолеваемые морскими судами, уменьшается расход топлива, а также потери ходового времени.

Навигационные спутники могут служить также и спутниками связи, значительно улучшающими возможности радиообмена между судами, а также между судами и береговыми пунктами.

В заключение необходимо отметить, что точность определения наземных координат, воздушных и движущихся объектов с помощью спутниковой навигации непосредственно зависит от того, насколько точно известны положения на орбитах навигационных искусственных спутников Земли.

Для решения этой задачи применяются лазерные локаторы. Метод лазерной локации состоит в том, что с наземной станции с помощью лазера в направлении космического аппарата, оснащенного угловым отражателем, посылаются световые импульсы и с весьма высокой степенью точности, достигающей нескольких миллиардных долей секунды, регистрируются моменты послышки светового луча и возвращения отраженного сигнала.

Подобный способ позволяет определять расстояния протяженностью в тысячи километров с точностью до нескольких метров и даже долей метра. Это намного превосходит возможности траекторных измерений с помощью обычных радиотехнических средств.

Глава III

ЗВЕЗДНЫЕ МАЯКИ

Астрономическое эсперанто

Как мы уже видели, многие навигационные задачи, решаемые с помощью небесных светил, требуют умения находить на небе определенные звезды, знать, какую именно звезду мы наблюдаем в интересующей нас точке небесной сферы. И прежде всего возникает вопрос о единообразии названий различных космических объектов.

Наука по природе своей интернациональна. Ее достижения и выводы рано или поздно становятся достижением всего человечества. (Другое дело, что использование научных достижений зависит от социального устройства общества.) Древнейшая из наук, астрономия, по своей сущности — одна из самых «международных» наук.

Но люди в разных странах говорят на разных языках. На разных языках публикуются и результаты научных исследований. Это обстоятельство неизбежно затрудняет обмен научной информацией. В наше время для преодоления языкового барьера предпринимаются titанические усилия; в частности, ведется успешная работа над решением проблемы машинного перевода. Но языковой барьер мешал людям и раньше. И на уровне своих возможностей они пытались преодолеть его и в прошлом.

Так сложилось исторически, что все культурные народы изучали историю Древнего Рима и грамматика почти всех европейских стран, в том числе и русская грамматика, во многом заимствована из латинской.

Этот язык был широко распространен около двух с половиной тысяч лет тому назад. В его основу лег

язык племени латинов, населявшего в начале первого тысячелетия до н. э. приморскую область Ладииума, расположенную к югу от устья Тибра.

На латинском языке в период древней истории было создано немало замечательных художественных произведений и исторических хроник. Их авторами были Юлий Цезарь, Тит Ливий, Апулей, Гораций, Гесиод, Вергилий, Лукреций и другие выдающиеся писатели Древнего Рима. И хотя латинский язык в настоящее время обычно относят к числу «мертвых» языков — на нем уже не говорит ни один народ в мире, тем не менее его можно назвать одним из самых распространенных: ведь почти во всех европейских языках мы встречаем тысячи латинских слов и по-прежнему их широко употребляем. Неудивительно, что именно латинский язык в свое время был принят за основу международного языка эсперанто, число приверженцев которого исчисляется миллионами.

Латинский язык наряду с древнегреческим лежит в основе и всей современной научной терминологии. Химики во всем мире кислород называют «оксигениум», углерод — «карбоникум», железо — «фэррум», а медь — «купрум». Точно так же зоологи всюду понимают слово «цигнус» (лебедь), «лепус» (заяц), «элефант» (слон).

Спросите у ботаников, что такое «бэтуля», «уртика» или «фрагария» и в ответ услышите весьма знакомые слова — береза, крапива и земляника. В астрономии такими латинскими терминами являются слова «абerrация», «актинометрия», «альбедо», «алидада», «кульминация», «прецессия», «нута́ция» и сотни других. Созвездие Большой Медведицы носит звучное латинское название «Урса Майор», Волка — «Люпус», Ворона — «Корvus», Голубя — «Коломба» и т. д. И это правильно, потому что местные названия созвездий крайне разнообразны: до сих пор еще кое-где в нашей стране созвездие Большой Медведицы называется «Давыдовой Колесницей», Плеяды — «Стожарами» или «Волосожарами», Кассиопея — «Косцами», Орион — «Граблями». В науке же очень важно единство терминологии, и поэтому на звездных атласах, имеющих научное значение, созвездия обозначаются только на латинском языке.

На первый взгляд может показаться, что число видимых звезд неисчислимо велико. На самом деле это не так. Все видимые звезды давным-давно сосчитаны, нанесены на звездные карты, воспроизводятся с помощью аппаратов «планетарий». Их не так уж много: в ясную безлунную ночь можно увидеть всего около трех тысяч звезд. Но в течение одного вечера мы не можем увидеть все звезды неба: ведь в разные времена года на небе сияют разные созвездия. И если мы учтем звезды, видимые летом и осенью, в зимнее время и весной, да прибавим к ним никогда не видимые у нас звезды южного полушария, то общее число звезд, которые на всем небе доступны наблюдению невооруженным глазом, составит около девяти тысяч.

Прежде всего обращают на себя внимание яркие звезды. Их немного — на всем небе не больше 30. Чем слабее звезды, тем больше их разбросано по небосводу. Можно подумать, что яркие звезды — ближайшие к нам. Но это не так.

Дело в том, что звезды находятся на разных расстояниях от Земли и поэтому слабые, но близкие звезды могут выглядеть более яркими, чем звезды, излучающие больше света, но расположенные далеко.

Выберем для примера следующие четыре звезды: Солнце, Сириус, Вега и Полярную. Они перечислены в порядке уменьшения блеска. Но если бы мы могли расположить эти светила на одинаковых расстояниях от Земли, нам пришлось бы произвести полную «переоценку ценностей». Вега перешла бы на первое место, Солнце — на последнее, а Сириус встал бы за Полярной.

Следовательно, для оценки истинной светимости звезд необходимо учитывать расстояния до этих космических объектов.

В тех случаях, когда речь идет о достаточно близких звездах, задача определения расстояний астрономам может быть решена геометрическим способом. Подобным способом нередко пользуются геодезисты, когда в земных условиях возникает необходимость измерить расстояние до удаленного недоступного предмета. На местности откладывается отрезок — базис, длина кото-

рого измеряется с возможно большей точностью. Затем из конечных точек этого отрезка определяются направления на объект, расстояние до которого требуется измерить. Получается треугольник, в вершине которого находится интересующий геодезистов объект, а основанием является базис. Поскольку в этом треугольнике длина основания известна и известны два прилежащих к нему угла, то с помощью хорошо известных элементарных тригонометрических формул могут быть вычислены длины боковых сторон и определено искомое расстояние.

Для измерения расстояний до звезд необходим достаточно большой базис. Таким базисом может служить поперечник земной орбиты.

Интересующая ученых звезда окажется в вершине равнобедренного треугольника. В таком треугольнике для решения поставленной задачи достаточно измерить только один угол — угол при вершине, который называется *параллаксом*.

И тут астрономы используют одно любопытное явление, с которым мы довольно часто сталкиваемся, но на которое обычно не обращаем особого внимания. Когда мы передвигаемся с места на место, то нам кажется, что более близкие предметы смещаются на фоне более далеких. Это смещение получило название *параллактического*.

С параллактическим смещением каждый может познакомиться буквально не сходя с места, например, глядя на карандаш в руке то одним глазом, то другим.

Благодаря движению Земли в мировом пространстве происходит параллактическое смещение близких небесных светил на фоне более далеких. Измеряя величину этого смещения, астрономы получают *тригонометрический параллакс*. Наилучшие современные инструменты позволяют измерять годичное параллактическое смещение в $0'',01$, что соответствует расстоянию в $30,86 \cdot 10^{14}$ км. Таким путем были измерены расстояния до 6000 звезд.

Первые попытки измерения звездных параллаксов принадлежали еще Копернику (1473—1543). Однако вследствие невысокой точности астрономических наблюдений того времени эти попытки остались безрезультатными. Впервые надежное определение параллакса

звезды — это была звезда Вега из созвездия Лиры — осуществил в 1837 г. профессор Василий Струве на обсерватории в Тарту. Независимо от него англичанин Гендерсон измерил параллакс самой близкой к нам после Солнца звезды α Центавра *), а немецкий астроном Бессель вычислил расстояние до звезды 61 в созвездии Лебеда.

Расстояния эти оказались весьма велики. Даже самая близкая звезда находится от нас в 275 тысяч раз дальше, чем Солнце. И если свет от Солнца до Земли доходит всего за 8 минут 19 секунд, то от звезды α Центавра свет до Земли бежит 4 года 4 месяца 12 дней. Еще более далекой оказалась Вега из созвездия Лиры: она отстоит от нас на 27 световых лет. (Световым годом называется расстояние, которое свет проходит за 1 год. Световой год равен $9,463 \cdot 10^{12}$ км.)

С конца прошлого столетия параллаксы определяются главным образом фотографическим путем, что дает более точные результаты. В настоящее время известны расстояния до нескольких десятков тысяч звезд.

Однако геометрический метод позволяет определять расстояния лишь до наиболее близких к нам звезд. Параллаксы более далеких звезд настолько малы, что лежат за пределами точности современных измерительных приборов. В этом случае приходится применять другие методы определения расстояний. Один из них основан на том, что некоторые свойства светового излучения звезд, принадлежащих к одному и тому же типу, зависят от их светимости, т. е. от того количества света, которое они излучают. Но зная светимость той или иной звезды и сравнив ее с фактически наблюдаемым блеском этого объекта, можно оценить расстояние до него — ослабление блеска будет, очевидно, тем больше, чем дальше от Земли находится интересующий нас объект.

Особая задача — определение расстояний до звездных островов — галактик и других объектов, расположенных за пределами нашей Галактики. Как известно, все галактики разлетаются в различных направлениях — мы живем в расширяющейся Вселенной. При

этом, чем дальше находится от нас та или иная галактика, тем быстрее она движется. Таким образом, каждому расстоянию соответствует своя скорость удаления. Скорости же внегалактических объектов можно довольно точно определить путем спектрального анализа их излучения, по так называемому красному смещению. Применение этого метода позволяет современным астрономам определять, как далеко от нас расположены космические объекты вплоть до расстояний порядка десяти миллиардов световых лет.

Однако для ряда задач, связанных с изучением истории Вселенной, необходимо измерять скорости удаления галактик и расстояния до них независимыми способами.

Существуют разные методы определения расстояний до далеких галактик, но все они сложны и носят многоступенчатый характер. Последовательно определяются расстояния до ближайших звезд, звездных скоплений, затем до других галактик и так далее вплоть до скопленных галактик, участвующих в расширении Вселенной. Однако на каждом из этих шагов возможны ошибки, которые постепенно множатся и вносят в окончательный результат значительную неопределенность. Вместе с тем, в принципе, существует возможность прямого измерения расстояний до далеких космических объектов таким же способом, какой применяется для определения расстояний до ближайших звезд. Но для этой цели необходимо располагать несколькими радиотелескопами, разнесенными на весьма значительные расстояния. Подобную задачу можно было бы решить с помощью 3—5 космических аппаратов, находящихся на расстоянии в несколько астрономических единиц друг от друга. Тогда появилась бы возможность измерять весьма малые углы. Это позволило бы с большой точностью определять расстояния до космических объектов, расположенных на огромных удалениях вплоть до границ наблюдаемой Вселенной.

Так как световые лучи распространяются в пространстве с конечной скоростью, то чем дальше от нас расположено то или иное небесное тело, тем в более далеком прошлом мы его наблюдаем.

Луну мы видим такой, какой она была секунду назад. Солнце — с опозданием на 8 минут 19 секунд,

*) На самом деле еще ближе к нам ее спутник — звезда «Проксима» (это название и означает «ближайшая»).

а Проксиму Центавра — на 4 года и 4 месяца. Таким образом, наблюдая небо, мы непосредственно заглядываем в прошлое Вселенной.

Если бы, скажем, хорошо знакомая всем Полярная звезда сегодня вообще перестала существовать, то мы, находясь на Земле, продолжали бы видеть эту фактически уже не существующую звезду еще на протяжении 450 лет — как раз тот срок, который необходим световым лучам, чтобы преодолеть огромное расстояние, отделяющее Полярную звезду от нашей Солнечной системы.

Это, между прочим, единственный в нашей жизни случай, когда мы своими собственными глазами можем наблюдать события давным-давно минувших времен.

Если немного пофантазировать и представить себе, что мы мгновенно переместились, скажем, в район Полярной звезды и посмотрели на Землю в сверхмощный телескоп, с помощью которого можно разглядеть даже отдельного человека, то мы стали бы очевидцами событий, разыгравшихся 500 лет назад, — событий эпохи Леонардо да Винчи (1452—1519), Христофора Колумба (1451—1506), Эразма Роттердамского (1467—1536), а оказавшись рядом с ярким Денебом в созвездии Лебедя, мы заглянули бы в прошлое на 600 лет и могли бы стать очевидцами Куликовской битвы, Жакерии, казни Жанны д'Арк (1431).

Таким образом, каждая звезда, каждый космический объект, который мы видим, — это как бы одна из живых страниц истории Вселенной, непосредственный участник определенного этапа ее развития.

Две тысячи лет назад Гиппарх (II в. до н. э.) предложил различать так называемые звездные величины в зависимости от блеска той или иной звезды. Гиппарх назвал звезды, обладающие наибольшим блеском (т. е. самые яркие), звездами 1-й величины, а самые слабые — звездами 6-й величины. При этом звезды с промежуточным блеском были отнесены ко 2-й, 3-й, 4-й и 5-й величинам.

Впоследствии при определении относительного блеска различных звезд более точными методами оказалось, что блеск звезд двух соседних величин относится как 2,5 к 1. Другими словами, звезда, скажем, 4-й величины в 2,5 раза ярче, чем звезда 5-й величины.

Для того чтобы построить шкалу звездных величин, надо выбрать некоторую точку отсчета. Тогда звездные величины остальных небесных светил можно определять по отношению к этому эталону. Это позволяет также распространять шкалу величин не только на звезды, видимые невооруженным глазом, но и на слабые звезды, доступные лишь телескопическим наблюдениям, а также на Солнце, Луну и планеты. При этом некоторые звездные величины оказываются отрицательными. Звездная величина Сириуса, например, равна $-1,46$, Луны в полнолуние $-12,6$, Солнца $-26,7$.

Блеск звезды, а значит, и звездная величина зависят не только от действительного количества света, которое звезда излучает (светимость), но и от расстояния. Поэтому для оценки светимостей звезд их сначала нужно отнести к одному расстоянию и только тогда сравнивать их между собой. За эталон расстояния для подобных сравнений астрономы условно приняли 10 парсек. Один парсек — это расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в одну секунду. Луч света преодолевает это расстояние за 3,259 года.

Звездную величину светила, пересчитанную для расстояния в 10 парсек, астрономы называют абсолютной.

Космические ориентиры

Для целей ориентирования на небесной сфере выделены около 30 наиболее заметных звезд, которые получили название навигационных (см. Приложение 2). Необходимо быстро и безошибочно, при различных условиях наблюдения, научиться находить навигационные звезды.

Трудность состоит в том, что сами по себе многие звезды по своему внешнему виду мало отличаются друг от друга, особенно в тех случаях, когда наблюдения ведутся невооруженным глазом или при помощи простых измерительных инструментов.

Задача значительно упростится, если принять во внимание, что интересующие нас звезды входят в состав определенных созвездий. Здесь еще раз необходимо подчеркнуть, что созвездия — это условные объединения звезд, проектирующихся в сравнительно близ-

кие точки небесной сферы. В действительности, звезды, входящие в одно и то же созвездие, могут быть разделены весьма значительными расстояниями в пространстве. Но для навигационных задач это обстоятельство роли не играет. Объединения звезд в созвездия облегчает отыскание нужных космических ориентиров. А это значит, что прежде всего необходимо научиться находить на небе различные созвездия. При этом мы не ставим задачу нахождения всех звезд созвездия и его границ, которые могут быть весьма причудливыми.

И здесь весьма существенную помощь могут оказать всевозможные мифологические представления, которые наши предки связывали с фигурами тех или иных созвездий.

Земные истории на небе

Существует рассказ об одном чуде, который удивлялся не тому, что ученым известны расстояния до светил и другие подробности их строения, а их названия...

Над этим, разумеется, можно только посмеяться, но если говорить серьезно, то в наименованиях небесных светил вообще очень мало небесного. Названия многих созвездий отражают не столько небесные, сколько земные события, а точнее — древние мифологические представления о подвигах и героях. Нередко целые группы созвездий объединяют героев одного и того же мифа. В иных случаях созвездия носят свои собственные, «независимые» имена. Что касается планет, то все они, кроме Земли, носят имена богов греческо-римской мифологии.

Звездное небо по праву может считаться космическим отделом исторического музея: в названиях многих звезд и созвездий сохранилась память о далеких временах истории человечества. Прислушайтесь к словам Цефей, Кассиопея, Андромеда — звучные, необычные, они мало о чем скажут человеку, незнакомому с греческой мифологией.

Чем же прославилась, например, черпокожая Андромеда, принцесса солнечной страны Эфиопии? Согласно одному из самых красивых древнегреческих мифов, когда-то в давние времена правил страной Эфиопией

царь Цефей. Он, как мог, заботился о своем государстве. Но его супруга царица Кассиопея от нечего делать любила смотреться в зеркало, изготовленное из полированной бронзы, и любоваться своей красотой. Видимо, она и действительно была недурна собой, так как день ото дня росла ее гордость. Сначала Кассиопея не находила себе равных среди первых красавиц столицы, а затем и во всем царстве.

— Я одна у тебя такая, — говорила она царю, потому что ей всегда казалось, что он недостаточно о ней заботится.

В конце концов Кассиопея захотела сравняться красотой уже не с людьми, а с самими богинями. Вышла она на берег моря и произнесла нарочито в полный голос:

— Подумаешь, морские нимфы! Волос длинный, а вместо кожи — рыба чешуя. Куда как красиво!

Услышали это нимфы и обиделись. Как никак, их отцом был сам великий морской бог Посейдон. Пришли они к нему с жалобой — так, мол, и так, — за что мы должны терпеть подобное унижение?

Пожурил их сперва Посейдон. Недосуг ему было заниматься такими пустяками. Сказал он нимфам, что о вкусах не спорят и ничего страшного не случится, если каждый останется при своем мнении. Но дочерям это не понравилось.

— Мы нимфы или не нимфы? — громко воскликнули они и так разволновались, что все море покрылось мелкой зыбью.

Стар был Посейдон и поэтому уступчив. Знал, что дочери все равно его переспорят.

— Ладно, будь по-вашему!

Приказал позвать к себе Кита и повелел ему срочно навести порядок в Эфиопии. А тому только того и надо было — рад стараться. Подплыл Кит к песчаному пляжу и проглотил всех купальщиков, которые в этот момент на нем были. И повторил то же и на другой день, и на третий. Ужас объял Эфиопию.

Приуныли и Цефей с Кассиопеей. За отсутствием более подходящих советчиков обратился царь к гадалке — оракулу.

— Беда, — ответил тот. — Дорого обошлась Вам красота вашей супруги. Зря она решила соревноваться

с нимфами, — они хоть и маленькие, но все-таки богини. Выход теперь один: придется отдать в жертву Кита вашу единственную дочь — красавицу Андромеду.

Не стали перечить несчастные родители — верили: устами оракула говорят сами боги. Расплакались, попрощались с дочерью и приказали приковать Андромеду к прибрежным скалам.

Вспенилось море, вынырнул из него Кит, широко разинул пасть с острыми зубами. Вздрогнула прекрасная Андромеда, уронила голову, бессильно повиснув на цепях.

Но что это? Прошла минута, другая, третья, а она все жива. Слышен только какой-то шум на море.

Подняла Андромеда голову и видит: вьется над морем крылатый конь, крепко сидит на нем в седле прекрасный юноша. Ярко блестит меч в его руках.

Радостно забилось сердце девушки: ведь это Персей, непобедимый герой. Видит она, как достает он из-под седла чью-то голову. Не волосы на этой голове, а ядовитые змеи. Не видно только глаз головы — они направлены на Кита. Смолкает Кит, словно цепенеет. Еще мгновение — и вот он превратился в мертвый камень. Кончилась битва: ведь взгляд чудовищной головы Медузы Горгоны способен превратить в камень все живое. Подлетает Персей к Андромеде, ударами камня разбивает ее оковы, сажает на коня и возвращает благодарным родителям. Веселый пир идет во дворце Цефея и Кассиопеи: гости предлагают тост за жениха и невесту — Персея и Андромеду...

Посмотрите осенью на вечернее небо: вы обязательно увидите всех героев этой старинной сказки: и неяркого Цефея, и блистательную Кассиопею, и скованную цепями Андромеду, и мрачного Кита, и смелого Персея, и быстрого крылатого коня Пегаса.

Любопытно, что в целом вся эта группа созвездий напоминает по своим очертаниям огромный ковш Большой Медведицы. Сам ковш образован четырьмя яркими звездами, расположенными в виде квадрата: три из них принадлежат созвездию Пегаса — крылатому коню, на котором, если верить преданию, въезжали некогда на Олимп поэты. Верхняя левая звезда — Сирах, или Альфарет, — принадлежит созвездию Андромеды.

Чтобы увидеть созвездие Кита в средних широтах северного полушария, надо летом дожидаться полуночи или пронаблюдать этот участок неба вечером в октябре—ноябре: в южной стороне неба вы найдете это большое созвездие, составленное из двух треугольников обращенных вершинами вниз. Звезды светят тускло и выглядят довольно мрачно. Это созвездие и есть то грозное чудовище, которое должно было позавтракать Андромедой.

Населяя небо мифическими героями, древние греки, видимо, учитывали и психологическую сторону дела: тусклые и невыразительные звезды великолепно характеризуют безвольного царя Цефея; бледные и словно приглушенные светила вполне соответствуют столь отрицательному мифическому персонажу, как кровожадный Кит. Привыкшая «блистать в свете» тщеславная Кассиопея представлена яркими и даже немного «кокетливыми» звездами. Столь же блистательны и звезды, «рисующие» положительных героев — Пегаса и саму злополучную Андромеду.

Точно так же и в названиях многих других звезд и созвездий нашли свое отражение мифологические представления древних греков.

К их числу относится большинство зодиакальных созвездий; отдельные участки неба, включающие целые группы созвездий, как бы объединенные единым сюжетом: Большая Медведица, Гонимые Псы и Волопас; Орion, Телец, Большой Пес, Малый Пес и Заяц. Своеобразными иллюстрациями к древнегреческим мифам являются также созвездия Лебедя, Орла, Дракона, Лиры, Центавра и многие другие.

Но наряду с этими древними памятниками человеческой культуры за последние три-четыре столетия на небе появились и такие созвездия, как Микроскоп, Насос, Октант, Секстант, Сетка, Столовая Гора, Телескоп, Треугольник, Циркуль, Часы. В них нашло свое отражение восхищение людей эпохи Возрождения и великих географических открытий первыми достижениями науки и техники, новым миром, неожиданно представшим перед отважными мореплавателями и открывателями неизведанных земель.

Возможность связать те или иные небесные светила с красочными, хорошо запоминающимися мифами и

другими наглядными образами способствует оживлению картины звездного неба и лучшему запоминанию отдельных звезд и созвездий.

Хотя, с другой стороны, одних только мифологических или иных наглядных земных представлений, отнесенных к небесным светилам, еще недостаточно для того, чтобы надежно и безошибочно ориентироваться в мире звезд.

Путь к созвездиям

Прежде всего необходимо заметить, что было бы ошибкой во что бы то ни стало стараться представить себе конкретную фигуру, которую должно изображать то или иное созвездие в соответствии со своим названием.

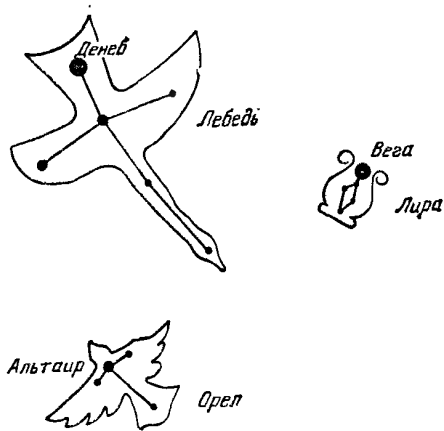


Рис. 16. Рисунки созвездий Лиры, Лебеда и Орла.

Нужно обладать немалым воображением, чтобы увидеть медведицу в Большой Медведице, женские фигуры в созвездиях Девы и Андромеды, летящего лебеда — в созвездии Лебеда или музыкальный инструмент в созвездии Лиры (рис. 16).

Старинные карты с их изящными и очень сложными рисунками несколько не помогали решению этой задачи. Наоборот, только запутывали, потому что от таких рисунков перейти к реальной картине звездного неба

неимоверно трудно. Впрочем, может быть, когда-то подобный подход был оправдан: ведь еще Копернику приходилось пользоваться очень древним способом определения положений звезд на небе, предложенным Евдоксом в IV в. до нашей эры: «левое плечо Волопаса», «грудь Цефея», «передняя южная нога Большой Медведицы», «правая рука Андромеды», «сердце Льва», «звезда на хребте Овна», «яркая звезда на северной клешне Скорпиона»... Нетрудно представить, как выглядел бы каталог всех видимых звезд на небе, если бы астрономы до сих пор пользовались этим более чем натуральным способом.

Правда, есть несколько созвездий, которые действительно «похожи сами на себя». Это созвездие Скорпиона, напоминающее огромную изогнутую латинскую букву S (настоящий скорпион в угрожающей позе тоже напоминает эту букву), маленькое созвездие Стрелы, которое иначе, как стрелу, невозможно себе представить, созвездие Мухи, южного полушария неба, весьма сходное с известным насекомым. Похоже на крест созвездие Южного Креста — небольшое, но очень заметное созвездие южного полушария неба. В какой-то степени «сродни» своим названиям созвездия Северной Короны и Южной Короны, полностью можно согласиться с названиями Треугольника и Южного Треугольника. Но все это скорее исключения из правила — упомянутые восемь созвездий из 88 не на много облегчают узнавание групп звезд.

Для практических целей гораздо удобнее исходить из того, что характерный «узор» созвездий определяется наиболее яркими звездами. Такими, какие образуют «ковш» Большой Медведицы, «трапецию» Льва, «квадрат» Пегаса, «сноп» Ориона, «прямоугольник» Близнецов, «пятиугольник» Возничего, «крест» Лебеда, дугу Северной Короны, хотя иногда для «завершенности» рисунка приходится принимать во внимание и звезды более слабые — «параллелограмм» Лиры, «домик» Цефея, «ромбик» Дельфина, прозрачную, словно кисейную, треугольную «косынку» Козерога.

Именно на яркие звезды и следует обращать внимание в первую очередь.

В 1603 г. законовед и астроном Байер предложил обозначать звезды буквами греческого алфавита в

порядке убывания блеска внутри каждого созвездия: α , β , γ , δ ...

Но греческих букв всего 28, и поэтому для обозначения звезд пришлось заимствовать также буквы латинского алфавита, а то и просто называть звезды порядковыми номерами, как, например, уже знакомую нам звезду 61 Лебедя. Впрочем, существует и независимая от алфавита нумерация звезд по разным каталогам.

Очень часто мы употребляем древние названия некоторых звезд: «Вега» по-русски значит «птица, падающая вниз со сложенными крыльями», «Бетельгейзе» означает «правое плечо гиганта», Альдебаран — «правый глаз быка», а «Денеб» — это просто «хвост». В названии одной из звезд созвездия Льва это слово звучит даже более ласково: «Денебола» — «хвостик»...

Для того чтобы облегчить задачу отыскания созвездий на небесной сфере, их прежде всего необходимо каким-то образом классифицировать. Как известно, наилучшей является такая классификация, которая осуществляется по некоторому единому для всех классифицируемых объектов признаку, позволяющему распределить их по соответствующим группам.

К сожалению, в интересующем нас случае подобный метод классификации оказывается практически неприменимым. Очень сложно выделить какой-то единый признак, который не только позволял бы отчетливо отнести каждое из 88 созвездий к определенной группе, но и облегчал бы его поиск.

Мало успешной оказалась бы, например, попытка распределить созвездия по числу входящих в них ярких звезд. Одни поражают обилием таких звезд, как, например, созвездие Ориона, другие не имеют ни одной сколько-нибудь заметной звезды, как, например, созвездие Рака.

Не годится для наших целей и классификация по площади или протяженности, так как многие созвездия занимают примерно одинаковые по размерам участки небесной сферы. А это значит, что нам не удастся установить какое-либо однозначное соответствие между созвездиями и занимаемой ими площадью, которое могло бы облегчить их поиск.

Мы вполне сознательно откажемся от попытки классифицировать созвез-

дия по какому-то единому признаку. На наш взгляд, гораздо более целесообразно, выделяя ту или иную группу созвездий, всякий раз использовать тот объединяющий их признак, который в наибольшей степени соответствует данному конкретному случаю. Это может быть и связь с мифологией, и близость расположения на небе, и «геометрическое родство» или даже и то, и другое, и третье вместе взятое. Ведь не следует забывать, что классификация созвездий носит чисто условный характер и преследует одну единственную цель: облегчить их поиск путем установления и закрепления тех или иных ассоциаций, как зрительных, так и смысловых. При этом может случиться, что одни и те же созвездия окажутся одновременно в нескольких группах.

Одним из необходимых условий уверенного ориентирования в «звездных лабиринтах» является «индивидуализация» созвездий. Любое созвездие следует представлять себе не только как некоторую конфигурацию звезд, но и как участок небесной сферы, содержащий те или иные достопримечательности — космические объекты с определенными свойствами.

При этом речь идет не только о таких примечательных объектах, которые видны на небе невооруженным глазом или в бинокль, но и о тех, которые невооруженным глазом не видны, но находятся на данном участке небесной сферы. Иметь представление о тех или иных космических объектах, относящихся к определенному созвездию, нужно не только для облегчения прямого визуального поиска, но и для выработки соответствующих логических связей, способствующих лучшему запоминанию фигур созвездий, их местоположение на небесной сфере и т. д.

Иными словами, надо знать не только то, что объединяет звезды созвездия в одну группу, но и то, что отличает одно созвездие от другого.

Для большего удобства мы разделили знакомство со звездным небом на два этапа: сначала познакомимся с основными созвездиями и входящими в них объектами, а затем, в следующей главе, вновь вернемся к фигурам созвездий и познакомимся с правилами их поиска путем перехода от одного созвездия к другому. Вообще при чтении этих глав надо пользоваться также

картами звездного неба, помещенными на вкладке — Приложение 3.

Пожалуй, первое, в чем следует потренироваться, — в составлении характерного зрительного образа каждого созвездия. Мы должны научиться делать это так же хорошо, как умеем составлять образы любых знакомых предметов. Ромашка — и перед нами цветок с желтой сердцевинкой в окружении белых лепестков; Эйфелева башня — и мы сразу видим ажурную металлическую конструкцию, устремленную в небо; журавли — и сразу перед глазами клин улетающих птиц.

То, что выходит за рамки нашего повседневного опыта, зрительно представить значительно труднее, особенно если для этого не хватает информации. Например, какой образ мы нарисует в своем воображении, услышав слово «белуджитерий»? Откуда это? Из какой области? Похоже на «дейтерий» — изотоп водорода. А может быть, это из химии? Но если вы геолог или палеонтолог, то без труда представите себе гигантское вымершее животное, жившее на нашей планете миллионы лет назад.

Можно без конца перечислять созвездия, но если вы не свяжете их с конкретными животными, образами, предметами, вряд ли это что даст. Скажем, созвездие Лиры. В лучшем случае представится древний музыкальный инструмент, в действительности несколько на это созвездие непохожий. Созвездие Рыси — и перед вами невольно возникает образ лесной хищной кошки, совершенно не способный помочь найти одноименное созвездие на небе.

Мы только тогда преуспеем в поиске нужных созвездий, когда запоем, как выглядит каждое из них в отдельности и что отличает одно из них от другого. А для этого нам придется научиться мысленно рисовать несложные картинки и сопоставлять их с нужным созвездием.

Может быть, нелишне привести еще одно сравнение: мы будем знакомиться со звездами и созвездиями так, как знакомимся с новыми для нас людьми: сначала это просто люди с различными именами, принадлежащие к тем или иным группам, потом в каждом из них открывается что-то свое, особенное, присущее только данному индивидууму...

Когда мы узнаем «индивидуальный» рисунок каждого созвездия, мы научимся легко и просто находить их и отличать одно от другого.

Начнем с группы созвездий, которую можно было бы назвать «созвездиями, озаренными Солнцем».

Созвездия, озаренные Солнцем

Представьте себе, что ночь ясная и небо сияет звездами. На улице январский мороз. Но мороз не помеха: в морозные ночи небо особенно чисто. Попросите астронома показать вам Марс, Юпитер, Сатурн, и, скажем, созвездие Скорпиона.

Астроном удивится. Дело в том, что одни созвездия можно видеть только летом, другие — лишь в зимние ночи. Есть и весенние, и осенние созвездия. Что же касается Марса, Юпитера, Сатурна и других планет, то условия их видимости не связаны с временем года. Их видимость зависит от особенностей движения планет вокруг Солнца.

Разумеется, речь идет о возможностях наблюдений с Земли. А в открытом космосе, если не мешает Земля и если интересующая нас планета не находится в данный момент в одном направлении с Солнцем, ее можно увидеть в любое время. Земной наблюдатель, как мы уже сказали, находится в худшем положении. Он вынужден ожидать благоприятных условий для наблюдений того или иного астрономического объекта.

Вот хотя бы упомянутое нами созвездие Скорпиона: с помощью Астрономического Календаря и карты звездного неба можно определить, что Солнце «входит» в это созвездие во второй половине ноября. Это уже знакомое нам параллактическое смещение Солнца относительно более далеких звезд. В кажущемся перемещении дневного светила отражается вполне реальное движение Земли по орбите. «Путешествуя» вместе с Землей вокруг Солнца, мы попеременно видим его на фоне более далеких созвездий. Из созвездия Скорпиона Солнце перейдет в созвездие Стрельца, в январе окажется в созвездии Козерога, в феврале — в созвездии Водолея и т. д. В течение года Солнце успеет «погостить» по месяцу удвадцати созвездий, образующих на небе широкий замкнутый пояс. Эти созвездия получили

название «зодиакальных» от греческого слова «зоон», означающего «животное». Дело в том, что все созвездия, о которых идет речь, носят названия одушевленных существ (кроме созвездия Весов). Читатель, вероятно, уже сообразил, что явление, о котором идет речь, связано с движением Солнца по эклиптике. Именно вдоль эклиптики и расположены зодиакальные созвездия (рис. 17).

Естественно, что то созвездие, в котором в данный момент расположено Солнце, мы видеть не можем: оно находится на дневной стороне неба в направлении

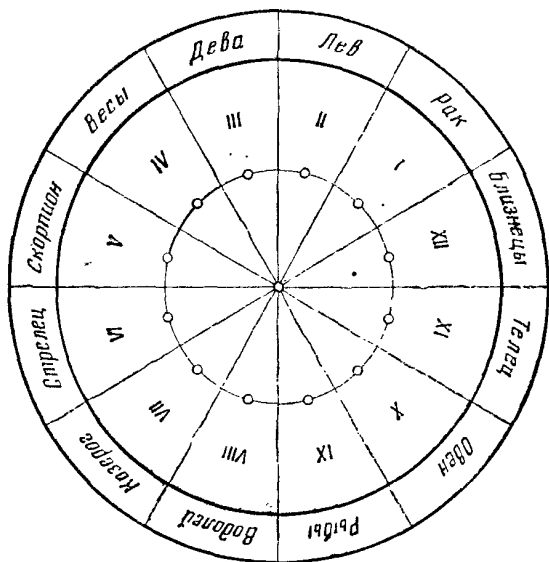


Рис. 17. Схема зодиакальных созвездий.

самого Солнца. Скрываются в солнечных лучах и прилегающие к нему зодиакальные созвездия. Зато в полночь на юге сияет созвездие зодиака, противоположное тому, в котором расположилось Солнце, — в это созвездие Солнце придет ровно через полгода.

Чтобы знать последовательность зодиакальных созвездий, а также их соответствие месяцам года, их надо

заучить, как первоклассники учат азбуку или таблицу умножения:

Созвездие	Месяц	Созвездие	Месяц
Рыбы	Март	Дева	Сентябрь
Овен	Апрель	Весы	Октябрь
Телец	Май	Скорпион	Ноябрь
Близнецы	Июнь	Стрелец	Декабрь
Рак	Июль	Козерог	Январь
Лев	Август	Водолей	Февраль

Можно также предложить испытанный мнемонический способ: выучить наизусть не очень художественное, но зато и не очень сложное стихотворение. Есть любопытная закономерность: бессмыслица порой запоминается почему-то легче, вероятно, в силу своей необычности.

Встрепенулись в Марте «Рыбы»,
Встал в Апреле «Овен» сам.
В Мае вы к «Тельцу» зашли бы,
А в Июне — к «Близнецам».
Погостил Июль у «Рака»,
Солнце в Августе — у «Льва».
В Сентябре — у «Девы» злаки,
В Октябре — на «Вес» трава,
«Скорпион» в Ноябрь вползает,
В Декабре — «Стрелец» во мгле,
В «Козий рог» Январь стлбаёт,
Стынут «Воды» в Феврале.

Стихи нуждаются в некоторых пояснениях. Овен — это баран. Созвездие Девы изображалось на старинных картах в виде молодой женщины, держащей в руках хлебный сноп, а созвездие Весов в стихотворении воплощено в весьма реальном образе: в октябре у нас свежей травы уже нет, ее приходится доставать буквально на вес, т. е. взвешивать, учитывать каждый килограмм. Если почему-либо это стихотворение вам не понравится, попробуйте сами сочинить другое, более удачное.

Более подробно на описании зодиакальных созвездий мы остановимся ниже, при рассмотрении тех условий групп, к которым они относятся.

Близнецы

В названиях созвездий Близнецов, Рака, Девы, Геркулеса, Змееносца, Центавра и Возничего запечатлены персонажи древних греческих легенд.

Первые три созвездия: Близнецов, Рака и Девы — относятся к числу зодиакальных. Созвездие Близнецов — подлинное украшение зимнего неба. Его отличительным признаком являются две яркие звезды Кастор и Поллукс — α и β Близнецов. (Здесь порядок обозначений нарушен: в действительности Кастор несколько слабее Поллукса.) Правее находятся две звездочки μ и γ (Альхена), образующие вместе с первыми двумя фигуру вытянутого прямоугольника (рис. 18). Рядом с последней звездой находится точка летнего солнцестояния. В этой области неба в 1781 г. Гершель открыл Уран.

Главные звезды этого созвездия, столь близко расположенные друг к другу, с древности наводили на

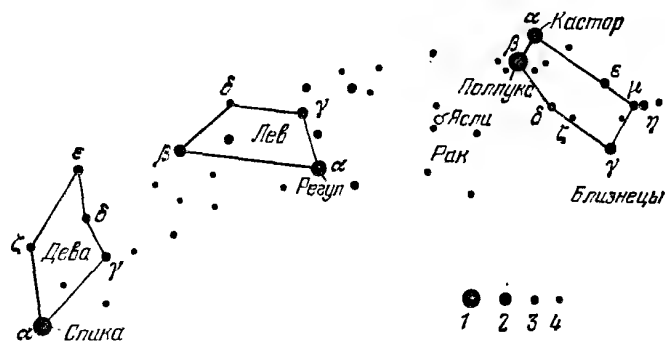


Рис. 18. Созвездия Близнецов, Рака, Льва и Девы. Цифры возле кружочков означают звездные величины звезд на рисунках 18—37.

мысль о братьях-близнецах, объединенных бескорыстной дружбой. В средние века эти звезды называли также Аполлоном и Геркулесом. Однако в более употребительном варианте это дети Зевса — Диоскуры, родившиеся от прекрасной нимфы Леды. Они были прославлены своими подвигами, одним из которых явилось освобождение сестры Елены, похищенной Тезеем. Не менее замечательным было участие браггев в походе аргонавтов. Им поклонялись как защитникам воинов и мореходов. Не совсем безразличны эти звезды и для спортсменов — Кастор считался укротителем коней,

Поллукс — непревзойденным кулачным бойцом, а в древней Спарте их считали покровителями гимнастов.

Иногда в книгах по астрономии встречается мнение, что со времен Байера (XVII в.), обозначившего звезду Кастор буквой α , с нею произошли реальные изменения, в результате которых блеск ее значительно ослаб. Однако вряд ли это утверждение может быть научно обосновано: на карте Байера обе звезды изображены совершенно одинаково, и так как в этой паре имен имя Кастора обычно произносится первым, то неудивительно, что Кастору была присвоена и первая буква алфавита.

Кастор расположен немного дальше Веги, о которой мы говорили ранее — он отстоит от нас на расстоянии около 30 световых лет и имеет блеск, равный 1,58 звездной величины. Эта звезда относится к классу горячих голубовато-белых звезд. Но, точнее, Кастор — не одна звезда, а так называемая кратная система, состоящая из шести различных звезд — явление, далеко не единственное во Вселенной. Не выходя за пределы прямоугольника созвездия Близнецов, мы встретим еще две кратные звезды — δ и ζ , двойная природа которых заметна даже в небольшие телескопы.

Поллукс, 1,14 звездной величины, благодаря некоторому преимуществу в блеске избран в качестве одной из навигационных звезд. Он находится на расстоянии 46 световых лет от нас. Цвет его — желтовато-оранжевый.

Не всегда Поллукс будет ярче Кастора. Обе звезды приближаются к нам, но Кастор со скоростью 6 км/сек, а Поллукс — со скоростью 3,6 км/сек. Но прежде, чем изменится блеск этих звезд, пройдут тысячелетия.

Любопытной достопримечательностью созвездия, о котором идет речь, является рассеянное звездное скопление М 35 *), расположенное чуть выше и правее верхнего правого угла прямоугольника Близнецов, по соседству с переменной звездой η . Очертания скопления напоминают сложную многолучевую звезду, фигурка которой пронизана мерцающим бисерным светом множества звезд, похожих на алмазную пыль.

*) Рассеянное звездное скопление — сгущение звезд на небе, связанных друг с другом физически. Буква «М» с номером — это обозначение в каталоге «туманных объектов» французского астронома Ш. Мессье.

Соседнее с Близнецами с востока созвездие Рака никак не может быть отнесено к числу достопримечательных: его с трудом находят даже любители астрономии. В нем нет ни одной яркой звезды. Выглядит оно темным участком на небе, но древние астрологи нашли оправдание этому недостатку, заявив, что сквозь эту темную дыру сходят на Землю невидимые души с тем, чтобы воплотиться в рождающихся людей. Своим мифологическим названием созвездие обязано раку, уцпинувшему Геракла (Геркулеса) за ногу, когда он боролся с Лернейской гидрой.

Но каким бы незаметным ни было это созвездие, у замечательного французского популяризатора астрономии Камилла Фламмарiona его описанию посвящено около 15 страниц. И в самом деле, в созвездии Рака есть на что обратить внимание: речь идет об одном из красивейших рассеянных звездных скоплений неба — знаменитых Яслях, расположенных в центре созвездия. Для того чтобы его увидеть, не нужно и бинокля: его легко «угадать» даже невооруженным глазом.

Именно «угадать», так как никаких подробностей при этом обнаружить нельзя. Поэтому желательно все же воспользоваться биноклем или телескопом. Скопление находится между двумя звездами 4-й величины, γ и δ , которые носят несколько неблагозвучное название Ослят. Впрочем, не обязательно вкладывать в это слово какой-то дурной смысл: известно, что в древности ослы служили едва ли не главной тягловой силой и потому эти животные могли пользоваться заслуженным уважением. Плиний Старший *), например, вполне спокойно говорит о том, что «в знаке Рака есть две малые звезды, называемые Ослятами, среди которых есть маленькое облачко, называемое Яслями».

Не всегда легко определить, откуда пришло то или иное название. Любопытно, что и арабы называли это скопление «аль-малаф» — «вязанкой сена», которую обычно вешали ослу на шею.

*) Римский писатель, ученый и государственный деятель (23 или 24—79 гг.).

Звездное скопление «Ясли» удалено от нас на расстояние 520 световых лет. В темном пространстве здесь сверкает около сотни звезд от 6-й до 11-й звездной величины.

Говоря о созвездии Рака, нельзя также не упомянуть и о замечательной звездочке ζ , находящейся на продолжении линии, проходящей от Кастора к Полуксу. Эта звездочка, которую вплоть до XVI в. астрономы относили к созвездию Близнецов, интересна тем, что представляет собой сложную систему, состоящую из пяти звезд.

Несколько ниже Яслей, чуть правее звезды α , расположено еще одно рассеянное скопление M 67, состоящее из звезд 10-й—11-й звездной величины. Гершель, наблюдавший это скопление в 1783 г., насчитал в нем более 200 звезд. Своим видом скопление напоминает остроконечный фригийский колпак. Однако из-за огромной удаленности, составляющей 2600 световых лет, наблюдать его можно лишь в достаточно сильные телескопы.

Центавр

Давно ли мореплаватели пользуются картами звездного неба? Во всяком случае, аргонавты уже имели такую карту, составленную добрым и мудрым кентавром Хироном. Ему приписывается изобретение модели небосвода — армиллярной сферы, без которой и теперь не обходится ни один учитель астрономии. Астроном и врач, он был воспитателем и учителем знаменитых героев Древней Греции Тезея и Ахилла. И хотя кентавров изображали в виде сказочных полулюдей-полуживотных — лошадей, у которых вместо головы и шеи было человеческое тело начиная от пояса — в первооснове это были реальные люди, ловкие наездники, обитавшие некогда в Фессалии, а может быть, в африканских пустынях.

В честь легендарного кентавра Хирона в южном полушарии сверкают яркие звезды созвездия Центавра (античное «К» в средние века стало произноситься, как «Ц»): например, римское «кесарь» стало произноситься «цезарь», а позднее в русском языке и вовсе превратилось в «царь»).

Невозможно начертить по звездам этого созвездия фигуру, сколько-нибудь похожую на соответствующий ему персонаж. Самое характерное для созвездия Центавра — две сравнительно близкие друг к другу звезды, одна из которых, Ригиль-Центаврус (α Центавра) — навигационная звезда. Она представляет собой желтую звезду первой величины (см. рис. 35). Это придает ей особую яркость, так как человеческий глаз наиболее чувствителен к желто-зеленым лучам. α Центавра — третья звезда земного неба по блеску. Она уступает только Сириусу и Канопусу, о которых речь впереди. О расстоянии α Центавра от нас мы говорили несколько ранее.

Звезда эта — не одиночная, а тройная система, причем самый слабый из ее компонентов — красный холодный карлик, отстоящий на целых два градуса от видимой звезды и расположенной на 360 млрд. км к нам ближе. Это «Проксима», о которой мы уже говорили.

Созвездие Центавра с территории СССР невидимо. Оно расположено по линии Большая Медведица — Девы к югу от небесного экватора на $40-50^\circ$. Но так было не всегда. Около 10 тысяч лет назад это созвездие являлось украшением северного полушария, а через 13 тысяч лет оно снова поднимется над нашим горизонтом: таково следствие уже знакомой нам «прецессии».

Но в те времена α Центавра уже окажется в другом созвездии. Люди сто пятидесятого века увидят эту звезду, практически все еще столь же яркую, в созвездии Южного Креста, которое также будет тогда доступно взору жителей северного полушария. Дело в том, что благодаря своей близости эта звезда обладает довольно быстрым собственным движением по небесной сфере. За столетие она перемещается на шесть угловых минут, а за тысячу лет она пройдет путь, равный двум поперечникам Луны.

Звезда β Центавра, называемая «Адженой», лишь немного уступает по видимому блеску своей знаменитой соседке α . Но если учесть, что расположена она в 50 раз дальше от Земли — расстояние до β около 200 световых лет, — то станет ясно, что эта звезда обладает гораздо большей светимостью. Она относится к очень горячим звездам-гигантам.

Геркулес

Геракл и Прометей — самые выдающиеся герои легендарного эпоса древней Эллады. На современном звездном небе созвездия Прометея нет, но есть созвездие Орла, олицетворяющее жестокого крылатого хищника, ежедневно терзавшего Прометея за то, что он подарил людям огонь. Созвездие же Геракла (в римской мифологии Геркулеса) занимает на небе весьма солидное место, хотя и не блещет яркими звездами.

Геркулес — одно из значительных созвездий северного неба (рис. 19). Оно напоминает нам о 12 бессмертных мифических подвигах этого непобедимого богатыря, обреченного безропотно служить бездарному внуку Персея Еврисфею. Выполняя его волю, он задушил

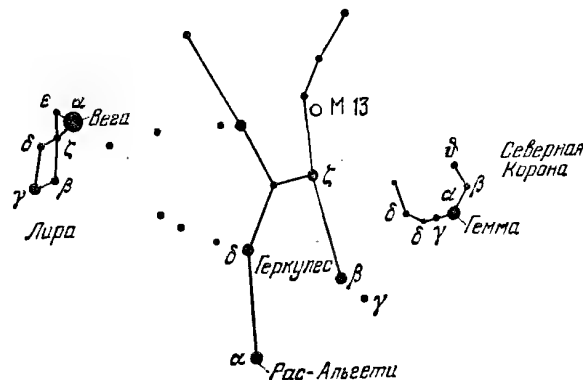


Рис. 19. Созвездия Геркулеса, Лиры и Северной Коровы.

руками свирепого Немейского льва, умертвил Лернейскую гидру, укротил кровожадного эриманфского вепря, поймал керинейскую лань, истребил в единборстве чудовищных стимфалийских меднокрылых птиц, добыл пояс царицы амазонок Ипполиты. Послав за один день плотину на реке Алфей, он очистил запущенные конюшни элидского царя Авгия, которые не чистились 30 лет. Без труда он победил изрыгающего пламя критского быка, одолел жестокого царя бистонов Диомеда, отдававшего путников на съедение коням-

людоедам, из-под носа трехголового великана Герпона увел его коров. Обманув Атланта, удерживавшего на своих плечах небосвод, добыл он золотые яблоки Гесперид. Последним подвигом Геракла-Геркулеса была победа над трехголовым псом Цербером, охранявшим выход из подземного царства Аида.

Созвездие Геркулеса чем-то напоминает фигуру созвездия Орiona. Разница лишь в том, что Геркулес значительно крупнее и не содержит столь ярких звезд. Если Орион выйдет на небе блистающими жемчужинами, то Геркулес, наоборот, — мелким бисером. Но присмотритесь: вы легко увидите в созвездии Геркулеса две четко выраженные ломаные линии, как бы образующие человеческую фигуру. Две средние звезды, расположенные поблизости друг от друга на линии, соединяющей Вега с Геммой, рисуют тонкую «таллию» этого знаменитого героя. Обе руки подняты вверх — одна протянулась к созвездию Лиры, другая простерлась над Северной Коронай.

Весьма оригинально, что на старинных звездных картах эта достаточно выразительная фигура изображалась... вверх ногами. Пример того, как излишняя фантазия мешает восприятию. Чего проще — две ломаные линии, соединенные между собой перемычкой — звездами «тали» — ϵ и ζ .

Звезды ϵ и ζ — это своеобразный «пояс» Геркулеса, не столь известный, как «пояс» Ориона, потому что первая из образующих его звезд четвертой, а вторая — третьей величины. И даже гигантская звезда α — одна из интереснейших переменных звезд, в максимуме блеска не превосходит третьей величины. Кстати, находится она на самом «носке» правой ноги Геркулеса по соседству со звездой Рас-Альхаг (α Змееносца). Для любителей зрительных образов можно представить эту не очень яркую звездочку в виде футбольного мяча, в который, как заправский футболист, играет Геркулес. Тем более, что и сама поза этого героя свидетельствует о его спортивном азарте.

Звезда α Геркулеса носит имя Рас-Альгети, что по-арабски значит «голова коленопреклоненного человека». Действительно, на некоторых картах Геркулес изображался именно таким образом. Эта звезда уступает по блеску звездам β и ζ того же созвездия. Она

внешне неприметна, но на самом деле — это одна из самых гигантских звезд, уступающая в размерах разве только звезде ϵ Возничего. Красный гигант α Геркулеса превышает Солнце по объему в 500 миллионов раз. Его диаметр равен без малого миллиарду км! Будь α Геркулеса на месте Солнца, внутри нее оказались бы все планеты Солнечной системы вплоть до Юпитера и лишь далекий Сатурн расположился бы за пределами этой «холодной», но все-таки раскаленной звезды.

В довершение всего α Геркулеса — двойная звезда, она состоит из очень красивых компонентов, один из которых выглядит в телескоп оранжевым, другой — изумрудным.

Среди 140 видимых невооруженным глазом звезд созвездия Геркулеса интересно найти слабую звездочку ν , расположенную на половине пути от звезды δ к созвездию Лиры. Здесь находится «апекс» («вершина» — *лат.*) — точка на небесной сфере, к которой направлено движение нашего Солнца. Именно в этом направлении несется Солнце со всеми планетами со скоростью около 20 км/сек. И если это движение Солнца происходит по прямой линии, то все планеты, обращаясь вокруг него, описывают на этом пути завитки. Таким образом, мы никогда не встречаем Новый год в той же точке пространства, где встречали предыдущий, а приблизительно на 730 миллионов ближе к созвездию Геркулеса.

Достопримечательностью созвездия является красивое шаровое звездное скопление (чуть ниже «левого плеча»), которое в безлунную ночь можно увидеть невооруженным глазом. Впервые его наблюдал английский астроном Эдмунд Галлей (1656—1742) в 1714 г. Тогда это туманное пятно было загадкой и Шарль Мессье (1730—1817), не обнаружив в нем ни одной звезды, включил его в каталог туманностей под номером 13. Теперь в этом скоплении обнаружено около 500 000 звезд, преимущественно гигантов красного цвета. Оно похоже на огромный пчелиный рой.

В шаровых скоплениях пространственная плотность звезд в тысячи раз больше, чем в окрестностях Солнца. Шаровые скопления концентрируются вокруг центра Галактики, окружая его со всех сторон, и пред-

ставляют собой, очевидно, наиболее древние образования нашей звездной системы.

Трудно сказать, может ли существовать жизнь на планетах внутри шарового скопления. Но обилие звезд, сконцентрированных на таком небольшом участке небесной сферы, делает весьма заманчивым предположение, что именно здесь могут существовать внеземные цивилизации. Поэтому сюда, на расстояние более 20 тысяч световых лет, и была послана в конце 1974 г. с помощью крупнейшего в мире радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико) своеобразная радиопрограмма, содержащая в закодированном виде телевизионную картинку с описанием земной цивилизации. Нам теперь остается лишь терпеливо ждать ответа, который, однако, может прийти только через 40 с лишним тысяч лет.

Дева

Дева — красивое созвездие, видимое в наших широтах весной (см. рис. 18). К концу лета это созвездие становится невидимым. В срок, когда поспевают урожаи, Дева «уходит на работу»: ее обязанность — жать спелые колосья, один из которых символизирует яркая звезда α — Спика («спика» — по-латыни «колос»).

Эта звезда является одной из вершин большого равнобедренного треугольника, две другие вершины которого образуют звезда Арктур из созвездия Волопаса и звезда Денебола из созвездия Льва (рис. 20). Поскольку этот треугольник в наших широтах хорошо виден в марте — апреле, его можно назвать «весенним треугольником».

Созвездие Девы принадлежит к числу зодиакальных, в нем Солнце «гостит» в сентябре — октябре. На древних картах созвездие изображалось в виде девушки, держащей в руках сноп или пальмовую ветвь. Было время, когда в роли снопа выступало современное созвездие Волосы Вероники. Само же созвездие Девы связывалось с именами Цереры — богини жатвы, и Фемиды — богини правосудия: не случайно рядом с Девой расположено созвездие Весов.

Спика — навигационная звезда — с древних времен привлекает внимание астрономов. Это яркая звезда-гигант белого цвета. Ее светимость в 740 раз пре-

восходит светимости Солнца. Расстояние до звезды составляет около 155 световых лет. Гиппарх, сравнивая произведенное за 170 лет до него Аристилом и Тимохарисом определение положения этой звезды на

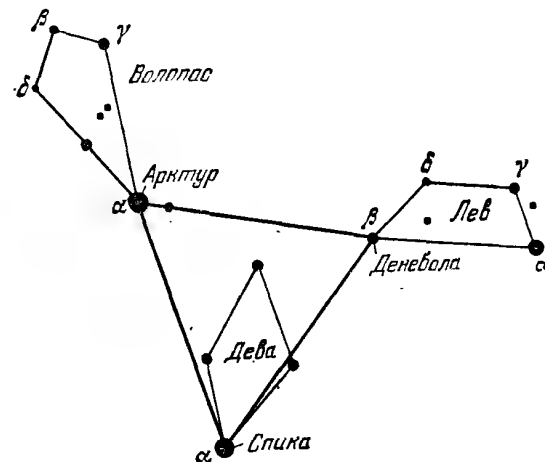


Рис. 20. Треугольник Арктур — Денебола — Спика.

небе с ее положением в момент его собственных наблюдений, измерил точную продолжительность года и открыл важное астрономическое явление — прецессию, о которой мы говорили ранее.

В созвездии Девы есть и другие диковинки, хотя внешне они и не привлекают к себе внимание: не все то золото, что блестит. Кому, например, известна едва видимая звездочка между Спикой и расположенным южнее созвездием Ворона, для которой нет даже собственного имени: она просто обозначается номером 63? Но древние давно выделили ее как двойную, о чем неоднократно упоминали в своих сочинениях. Тогда у нее существовало имя «Диплос», что и означает «Двойная». Птолемей, следуя весьма сложному способу описания звезд, которое существовало до Байера, перечисляя самые слабые звезды созвездия Девы, говорил:

1. Западная из трех на прямой под Колосом,
2. Средняя из них — та, что двойная,
3. Восточная из трех.

Это звезды, известные теперь под номерами 53, 63 и 73. Позже, в X в., астроном Аль-Суфи также называет звезду 63 «Двойной». То же делает и Улугбек в XV в. Но уже в XVI в., прославившийся точностью своих наблюдений датский астроном Тихо Браге считает ее одиночной, и в дальнейшем никто не может заметить у этой звезды никакой «двойственности». Означает ли это, что одна из звезд исчезла? Нет, конечно. Просто произошло перемещение одной из звезд, а именно, 61 Девы, которая две тысячи лет назад находилась в близком видимом соседстве со звездой 63, а затем благодаря большому собственному движению удалилась на 2,5 градуса к юго-западу. Подобные звезды, не составляющие единой физической системы и лишь случайно проектирующиеся на небесную сферу почти в одном и том же направлении, называются оптическими двойными.

Звезды созвездия Девы образуют весьма характерную фигуру неправильного пятиугольника, в нижней вершине которого находится блистательная Спика (см. рис. 18; на рис. 20 фигура созвездия упрощена).

Противоположная ей звезда ϵ , самая верхняя звезда созвездия, носит латинское название «Винде-Мпатрикс», что значит «Виноградница». Появление звезды ϵ в лучах утренней зари совпадало во времена Древнего Рима с созревaniem винограда и эта звезда своим восходом как бы возвещала близость празднеств в честь веселого бога Вакха. Эта звезда — вторая по яркости в созвездии, хотя и обозначена пятой буквой греческого алфавита. На примере созвездия Девы легко можно увидеть, сколь значительными бывают отклонения от правила наименования звезд в порядке убывания их видимого блеска. В этом созвездии убывающий по яркости ряд фактически образуют звезды α , ϵ , γ , ζ , δ , β . Там, где необходимо, мы будем специально оговаривать подобные несоответствия.

Правый верхний район созвездия Девы (к северо-западу от линии, образованной звездами ϵ , δ и γ) представляет исключительный интерес для специалистов, занимающихся внегалактической астрономией. Здесь на сравнительно небольшом участке неба сосредоточено не менее двух с половиной тысяч далеких галактик. Это поле, усеянное звездными системами,

выходит за пределы созвездия Девы и простирается выше в область созвездия Волосы Вероники (когда-то оно считалось частью созвездия Девы). Это огромное облако галактик находится настолько далеко, что свет от него доходит до Земли лишь за 1,3 миллиарда лет. Рассматривая эту область неба, мы получаем возможность заглянуть в отдаленное прошлое Вселенной.

Впрочем, возможно, не на каждого это произведет соответствующее впечатление. Многие зависит от привычки смотреть на вещи. Мы с волнением рассматриваем в музее мумию фараона, жившего шесть тысяч лет назад, с интересом приглядываемся к каменному топору первобытного человека десятитысячелетней давности и совершенно равнодушно отшвыриваем ногой осколок гранита, которому больше трех миллиардов лет...

Созвездие Девы в еще большей степени оказалось интересным для радиоастрономов, которые в 1960 г. обнаружили здесь необычные объекты Вселенной — квазары. К тому времени уже были составлены каталоги радиоисточников на небе. Особенно заинтересовали ученых мощные точечные источники радиоволн, зафиксированные в так называемом третьем Кембриджском каталоге (3С). Казалось, радиоволны излучают какие-то звезды, но мощность их излучения намного превосходила солнечное. Сначала такие источники были названы радиозвездами. Долгое время их не удавалось отождествить с какими-либо видимыми звездами. Но затем на фотографиях, сделанных в области созвездия Девы, были получены изображения двух таких объектов: сравнительно большого засвеченного пятна от звезды 13-й величины с заметным боковым выбросом (3С 273) и маленькой точки, ничем не отличавшейся от множества подобных изображений обычных звезд (3С 48). Спектры этих объектов, однако, не были похожи на обычные спектры звезд. Американский астроном М. Шмидт предположил, что необычность указанных спектров объясняется тем, что их линии сильно смещены к красному концу вследствие громадной скорости удаления этих загадочных объектов. Отсюда следовало, что они должны находиться далеко за пределами нашей Галактики и на обычные звезды походить не могут.

Теперь известно, что квазары (так стали называть подобные объекты) отстоят от нас на миллиарды световых лет. Эти объекты таят в себе какие-то могучие источники энергии, перед которыми бледнеют все известные нам атомные и термоядерные реакции. Обладающие сравнительно небольшими объемами, квазары излучают энергии в сто раз больше, чем гигантские галактики, состоящие из сотен миллиардов звезд.

Из многих десятков известных в настоящее время квазаров 3С 273 является наиболее ярким и самым близким. Он удаляется от нас со скоростью около 50 тысяч км секунду.

В этом же созвездии находится одна из наиболее мощных радиогалактик — Дева А (М 87). На фотографии она выглядит как туманная сферическая область, из центра которой по прямой линии выброшены сгустки понизованного газа. В этом явлении просматривается определенная аналогия с квазаром 3С 273. Здесь мы встречаемся с проявлением необыкновенно высокой активности ядер галактик, способных выбрасывать в пространство огромное количество газовой материи.

Возничий

Очень красиво созвездие Возничего с яркой желтой звездой Капеллой (по-русски «капелла» означает «козочка»), которая находится на расстоянии 45 световых лет от Земли (рис. 21).

В очертаниях этого созвездия можно увидеть несколько вытянутую пятиконечную звезду (но для этого придется «позанимствовать» звезду β Тельца). Возле Капеллы легко заметить три звездочки, образующие фигуру небольшого треугольника — так называемые «Козлята».

Откуда такие странные названия? Они станут понятны, если взглянуть на рисунок созвездия, изображенный на старинных картах. Мы увидим изображение мифического юноши-возницы, за спиной которого удобно расположились коза и двое козлят. Юноша — это афинский царь Эрихтон, построивший первую в истории колесницу, а коза — нимфа Амалфея, которая, приняв образ этого животного, вскормила Зевса на острове Крит, где его мать Рея укрывала сына от кровожадно-

го отца — Крона, пожиравшего своих детей. Помните крылатое выражение «рог изобилия»? Это как раз и есть рог козы Амалфеи.

Капеллу можно смело назвать одной из самых красивых звезд. Не потому, что она выделяется яркостью — наоборот, она бледнее многих других звезд. Зимой, пожалуй, она проигрывает, уступая в блеске звездам Близнецов, Ориона, Большого Пса. Но летом, когда даже в полночь северная сторона небосвода озарена нежным голубоватым светом, Капелла одиноко мерцает в небесной пустыне и тогда ее невозможно не любоваться. Тогда она одна: не найти ее или перепутать с какой-нибудь другой звездой невозможно.

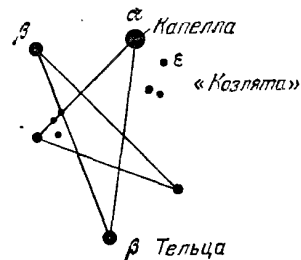


Рис. 21. Созвездие Возничего.

Желтоватый свет Капеллы способен проникать сквозь туман и легкие перистые облака, в то время как даже более яркие голубовато-белые звезды — Сириус (α Большого Пса) и Прокцион (α Малого Пса) становятся невидимыми. Это обстоятельство делает Капеллу весьма удобной навигационной звездой. Впрочем, таково свойство не одной только Капеллы, но и некоторых других «цветных» звезд: Альдебарана, Бетельгейзе, Арктура, Антареса из созвездий Тельца, Ориона, Волопаса и Скорпиона соответственно.

Видимая как одиночная звезда, Капелла в действительности представляет собой двойную систему, состоящую из очень больших звезд, одна из которых в четыре раза массивнее Солнца. Согласно выводам современной науки, этой массивной звезде, видимо, суждено превратиться в «черную дыру».

Как следует из теории тяготения Эйнштейна, если очень большая масса вещества оказывается в сравнительно небольшом объеме, то под действием собственного тяготения оно начинает неудержимо сжиматься (это явление называется гравитационным коллапсом) и плотность этого вещества в принципе может достичь чуть ли не бесконечной величины...

В процессе коллапса напряженность поля тяготения сжимающегося тела растет, и в конце концов наступает момент, когда пространство коллапсирующего объекта как бы «схлопывается», самозамыкается. С этого момента ни одна частица, ни один луч света не может преодолеть огромное притяжение и вырваться изнутри подобного образования наружу, так что для внешнего наблюдателя такой объект практически перестает существовать. Это и есть «черная дыра». Астрофизики пришли к выводу, что «черные дыры» могут оказаться заключительными этапами в жизни массивных звезд.

Пока в центральной части звезды работает источник энергии, высокие температуры приводят к расширению газа, который стремится раздвинуть вышележащие слои.

С другой же стороны, колоссальная сила тяготения «тянет» эти слои к центру звезды. До тех пор, пока эти силы уравниваются друг друга, звезда находится в равновесии. Но если звезда полностью израсходует «горючее», температура ее недр начнет понижаться. Тогда под действием собственного тяготения звезда будет сжиматься, произойдет коллапс.

Впрочем, в созвездии Возничего есть звезда и по-массивнее Капеллы: она входит в состав двойной системы ζ — нижней правой из всех известных астрономов звезд. Не думайте, однако, что она выглядит ярче других — внешне она не привлечет вашего внимания. «Зовут» эту звезду ϵ Возничего. Она составляет вершину треугольника «Козлят» и видна как звездочка третьей величины. По массе она в 36 раз больше Солнца, а ее поперечник превосходит поперечник нашего дневного светила в 2 тысячи раз! Цвет этой звезды красный, потому что она принадлежит к числу наиболее «холодных» звезд: ее поверхностная температура не выше 1350° .

Но созвездие Возничего знаменито не только этим рекордом. Есть в нем звезда еще массивнее, а главное, крупнее: самая большая из всех известных астрономам звезд. Не думайте, однако, что она выглядит ярче других — внешне она не привлечет вашего внимания. «Зовут» эту звезду ϵ Возничего. Она составляет вершину треугольника «Козлят» и видна как звездочка третьей величины. По массе она в 36 раз больше Солнца, а ее поперечник превосходит поперечник нашего дневного светила в 2 тысячи раз! Цвет этой звезды красный, потому что она принадлежит к числу наиболее «холодных» звезд: ее поверхностная температура не выше 1350° .

Змееносец. Змея

Созвездие Змееносца — одно из обширнейших. Оно занимает на небе площадь 948 квадратных градусов, но не блещет яркими звездами (рис. 22). Всего в созвездии насчитывается до сотни звезд, самая заметная из которых α , или «Рас-Альхаг», — второй звездной величины. Ее арабское название означает по-русски «голова закланателя змей». Находится она чуть левее α Геркулеса и составляет с ней заметную звездную пару. Вместе с Вегой и Альтаиром эта звезда образует почти равносторонний треугольник, видимый на небе в летнее время года.

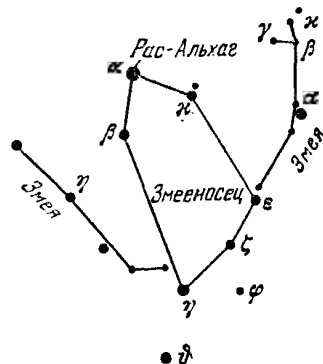


Рис. 22. Созвездия Змееносца и Змея.

Звезда Рас-Альхаг является вершиной вытянутого пятиугольника созвездия Змееносца, образованного звездами α , κ , ϵ , η (Аль-Сабик) и β (Цельбалрай). Южная часть созвездия (звезды η , θ , ϕ) расположена в области эклиптики и сюда нередко заглядывают не только планеты, но даже Солнце и Луна. И созвездие Змееносца не стало зодиакальным только по недоразумению: кто бы в старину согласился, чтобы на небе было не 12, а 13 зодиакальных созвездий? Но для навигационных целей следует иметь в виду, что привычная пятиугольная фигура Змееносца (так же, как и фигуры других зодиакальных созвездий) может быть иногда искажена присутствием здесь той или иной планеты. А иногда и нескольких сразу.

Созвездие Змееносца олицетворяет собой врача Асклепия (Эскулапа), «корабельного лекаря» мифических аргонавтов. Змея в его руках — символ врачевания — та же самая, что изображается на эмблеме медицины. Асклепий был сыном Аполлона и дочери лапифского царя Корониды. В своем искусстве врачевания он не имел себе равных: ему случалось даже умерших

возвращать к жизни. Но это нарушало порядок, установленный богами и потому Зевс поразил его молнией.

В старину на Руси грамотеи это созвездие называли Офиух (от латинского названия Офиухус — змеедержец). Удобнее всего представить себе созвездие Змееносца в виде большого симметричного пятиугольника, по обе стороны от которого к востоку и к западу простирается длинное «тело» Змеи. В основной части созвездия, кроме α , выделяются блеском β , η и ζ — звезды третьей величины.

Созвездие Змеи органически связано с созвездием Змееносца. Обе части этого созвездия — «голова» и «хвост» лежат севернее эклиптики, пересекая линию небесного экватора. От основания пятиугольника Змееносца «голова» Змеи тянется по направлению к созвездию Северной Короны, где заканчивается характерным «раздвоением» — раскрытой пастью (звезды γ , β и κ).

Левее и ниже β Змееносца находится знаменитая «летающая звезда Барнарда», которую, однако, нельзя увидеть невооруженным глазом: она имеет десятую звездную величину. Эта звезда обладает наиболее быстрым движением по небесной сфере (*собственным движением*), за что и получила эпитет «летающая». За год она смещается на $10''{,}27$, а за 188 лет перемещается на $0^{\circ}{,}5$ — заметную величину, равную видимому диаметру Солнца и Луны. Звезда Барнарда возглавляет довольно обширный список подобных «перемещающихся» звезд, к числу которых относятся звезда Каптейна в созвездии Живописца (скорость перемещения $8''{,}75$ в год), Грумбридж 1830 в созвездии Б. Медведицы ($7''{,}04$), Лакайль 9352 в созвездии Журавля ($6''{,}91$), Кордова 32 416 в созвездии Скульптора, Росс 619 в созвездии Малого Пса ($5''{,}40$), Лаланд 21185 *) в созвездии Малого Льва ($4''{,}77$), 61 в созвездии Лебеда ($5''{,}24$). Характерно, что почти все эти звезды, сравнительно близкие к Солнцу, имеют весьма малую светимость и потому, несмотря на близость, не видны невооруженным глазом. Исключениями в этом отношении являются уже знакомая нам 63 Девы, ϵ Индейца ($4{,}7$ зв.

величины), α Эридана ($4{,}5$ зв. величины) и 82 Эридана ($4{,}3$ зв. величины), μ Кассиопеи ($5{,}3$ зв. величины). Самая же яркая из «бегущих» звезд — α Центавра, которая перемещается по небу на $3''{,}67$ в год.

Довольно долго обсуждался вопрос о наличии у звезды Барнарда планетной системы. Согласно выводам американского астронома Ван де Кампа, основанным на многолетних наблюдениях ее собственного движения, у этой звезды должен быть по меньшей мере один планетоподобный спутник. Однако в последнее время точность этих наблюдений подвергается сомнениям и только будущие исследования покажут, в какой мере обосновано заключение о наличии у звезды Барнарда подобия планетной системы.

Тусклое созвездие Змееносца помнит и яркие события в своей истории. Так, в декабре 1604 г. в нем вспыхнула необычайно яркая звезда, по видимому блеску не уступавшая Венере. Эту звезду можно было наблюдать в течение трех месяцев и лишь в марте 1605 г. она постепенно «угасла», не оставив сколько-нибудь заметного следа. Это было первое астрономическое открытие Галилея, эту же звезду наблюдали и прославленные астрономы Кеплер и Фабрициус, которые описали ее в специально выпущенной книге «О новой звезде в ноге Змееносца». Новая звезда появилась вблизи звезды ξ несколько выше и левее яркого Антареса — самой яркой звезды соседнего созвездия Скорпиона.

Другое подобное событие случилось в созвездии Змееносца в апреле 1848 г., когда вспышка «новой» произошла между звездами η и ζ (почти над Антаресом). Эту звезду наблюдал английский астроном Гайдн. На этот раз блеск «новой» звезды был более чем умеренным: в максимуме она едва достигала четвертой звездной величины. Через месяц звезда поблекла, но в телескоп ее наблюдали вплоть до 1850 г.

То, что обе эти новые звезды появились в соседних участках неба, не должно удивлять: ведь здесь проходит светлая полоса Млечного Пути, состоящая из многих тысяч звезд. Поэтому и вероятность вспышек «новых» звезд в районе Млечного Пути несравненно выше, чем в каких-либо других областях неба.

В Галактике ежегодно вспыхивают одна-две «новые» звезды. Разумеется, слово «новая» в данном слу-

*) Грумбридж 1830, Лакайль 9352 и т. п. — это обозначения звезд в звездных каталогах, составленных Грумбриджем, Лакайлем и др.

чае является ничем иным, как чисто условным термином, ибо речь идет о «старых» звездах, неожиданно усиливающих свой блеск на 8—15 звездных величин, т. е. в десятки тысяч раз, и потому звезда, прежде невидимая, неожиданно становится ненадолго одним из ярчайших светил. Нередко при этом от звезды отделяется светящаяся газовая оболочка, расширяющаяся со скоростью сотен километров в секунду.

Новая звезда 1604 г. была не просто новой, а сверхновой. Как показывают наблюдения, в максимуме блеска подобные объекты обладают колоссальной светимостью, примерно в 10 миллиардов раз превосходящей светимость Солнца. А в течение всего времени вспышки сверхновые звезды выделяют столько же энергии, сколько Солнце излучает за миллиард лет.

О вспышках сверхновых звезд упоминается в летописях. Список таких звезд совсем невелик: в нашей Галактике их появления отмечались в 1006, 1054, 1572, 1604 и, возможно, в 1667 гг.

Одним из очень важных последствий вспышек сверхновых является образование так называемых нейтронных звезд. Это удивительные объекты: поперечник такой звезды всего 20—30 км, а плотность достигает сотен миллионов и миллиардов тонн в кубическом сантиметре. Нейтронные звезды быстро вращаются и обладают очень сильными магнитными полями.

Вращающееся вместе со звездой магнитное поле может порождать остро направленное радиоизлучение. Такой радиолуч движется в пространстве подобно лучу вращающегося маяка. Если Земля оказывается на его пути, мы воспринимаем последовательные прохождения этого луча, как следующие друг за другом радиоимпульсы. Отсюда и название подобных радиоисточников — пульсары.

Любопытно, что существование нейтронных звезд было теоретически предсказано известным советским ученым академиком Л. Д. Ландау еще в 1932 г., но открыть их удалось лишь в 1967 г.

Не так давно астрофизики обратили внимание на один любопытный факт. Оказалось, что многие известные нам нейтронные звезды, представляющие собой остатки сверхновых, входят в двойные системы. На основе анализа наблюдений было высказано пред-

положение, что и вообще вспышки сверхновых происходят только в двойных системах. Во всяком случае из 80 известных нам пульсаров 20 группируются в пары с другими звездами. Возможно, к взрыву приводит воздействие со стороны близкой соседней звезды.

Скорпион

Обратимся теперь к созвездию Скорпиона, вокруг которого группируются созвездия Весов, Стрельца и Змееносца (рис. 23).

Кажется несколько странным, почему скорпиона запечатлели на небе: какие у него могут быть «исторические заслуги»? Больше того, у него есть по крайней

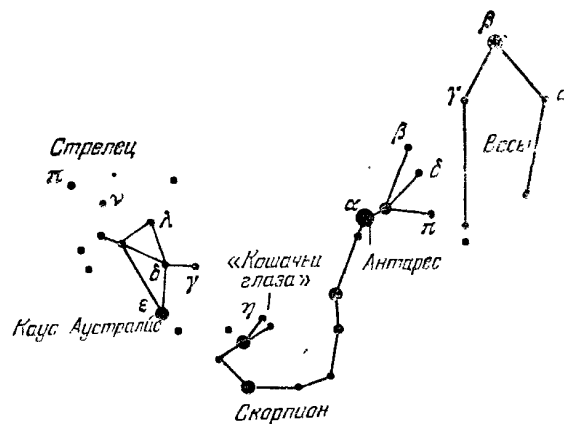


Рис. 23. Созвездия Скорпиона, Стрельца и Весов.

мере две серьезные мифические вины: одна из них состоит в том, что он смертельно укусил небесного охотника Ориона, пытавшегося соперничать в искусстве охоты с богиней Артемидой (Дяной). Совершив это зло, Скорпион был так напуган своим поступком, что немедленно скрылся. Поэтому когда сияют звезды Ориона (в зимнее время года), не ищите Скорпиона: он прячется под горизонт. И только летом в северных широтах он едва осмеливается приподняться над южной

стороной неба, сверкая своим злобещим красноватым глазом — яркой звездой Антарес.

Другое зло Скорпион причинил невольно: своим ужасным видом он так перепугал легкомысленного сына бога Солнца Фазтона, попытавшегося управлять огненной колесницей своего отца, что тот отпустил вожжи, и кони, потерявшие управление, сбросили юношу.

В правой части созвездия Скорпиона расположились три яркие звезды, средняя из которых — красноватый Антарес, что по-русски означает «соперник Марса» (римское имя «Марс» получил греческий бог Арес). Действительно, по цвету он неотличим от этой планеты.

Антарес — замечательная двойная звезда, двойственность которой можно увидеть лишь с помощью довольно сильного телескопа. Это очень тесная пара, один из компонентов которой оранжево-красный, другой (спутник) — изумрудно-зеленый.

Яркие красноватые звезды принадлежат к гигантам звездного мира. Среди них Антарес занимает одно из первых мест. По диаметру он в 330 раз больше Солнца, а его светимость превосходит солнечную в 1900 раз! Расстояние до Антареса такое, что свет пробегает его лишь за 173 года. Мы видим эту звезду такой, какой она была в начале прошлого столетия.

Однако Антарес «бледнеет» в сравнении с другой звездой этого же созвездия — ζ . Этот феномен звездного мира излучает света в 400 тысяч раз больше, чем Солнце. Лишь еще одна звезда имеет подобную светимость: S в созвездии Золотой Рыбы. Но эта практически невидимая звездочка находится далеко под горизонтом нашего северного полушария.

От Антареса вправо веером расходятся еще три яркие звезды, образуя хорошо заметную «клепшу». А влево вниз идет длинная кривая линия с загибом вверх, конец которой венчают две довольно яркие, близко расположенные друг к другу звезды. Эту звездную пару, физически не связанную между собой, называют арабским словом «Шаула», что означает «Жало». Однако жители экваториальных стран предпочитают другое название: «Кошачьи глаза». В самом деле, легко вообразить, что здесь устремлены на Землю два светящихся кошачьих глаза.

В этом созвездии не раз вспыхивали новые звезды. Одна из них появилась в 134 г. н. э. в голове Скорпиона около звезды β . Событие это весьма взволновало греческого астронома Гиппарха, который поспешил после этого составить список наиболее заметных звезд. Цель этого каталога состояла в том, «чтобы потомство могло узнать, происходят ли на небе действительные изменения».

В 393 г. яркая звезда появилась в «хвосте» Скорпиона, проблистав на небе около четырех месяцев. Наблюдавшие ее арабские астрономы отметили, что «свет ее равнялся свету Луны в первую четверть».

В созвездии Скорпиона расположен один из самых ярких источников рентгеновского космического излучения — Скорпион X-1.

В XVIII в. Скорпион перенес операцию: наши далекие предки отрезали у него правую клепшу, превратив ее в нынешнее созвездие Весов.

Стрелец. Весы. Волк

Справа к созвездию Скорпиона примыкает созвездие Волка, слева — созвездие Стрельца.

Созвездие Стрельца становится видимым только в летнее время года, когда Солнце уходит в противоположную сторону небосвода. Присмотревшись к этому неяркому созвездию, мы сможем заметить некоторое подобие лука с натянутой тетивой и стрелу, направленную прямо в голову Скорпиона (см. рис. 23).

Воображение древних рисовало в этом месте неба фигуру мифического кентавра, стреляющего из лука. Это второй кентавр на небе. О первом мы говорили, когда рассказывали о созвездии Центавра.

Созвездие Стрельца сильно «уплотнено» позднейшими «переделками», когда стараниями французского астронома Лакайля в XVIII в. сюда были «втиснуты» небольшие созвездия Телескопа (с юга) и Микроскопа (с востока) — оптических инструментов, когда-то совершивших подлинный переворот в естествознании. Также с юга в это созвездие вклинивается красная подкова — созвездие Южной Короны, состоящее из слабых, но очень заметных звезд.

Звезды α и β созвездия Стрельца, расположенные особняком по соседству с Южной Коронай, любопытны тем, что вопреки принятой традиции в обозначениях принадлежат к одним из самых слабых звезд. Однако и Гиппарх, и Птолемей отмечали их как довольно яркие и потому сам Байер из уважения к столь большим авторитетам не решился уронить «достоинства» этих звезд. Впрочем, нет ничего невозможного в том, что за прошедшие два тысячелетия блеск этих звезд уменьшился. Теперь они во всяком случае незаметны и не идут ни в какое сравнение с такими звездами, как λ , δ и ϵ , рисующие слегка изогнутый ствол самого лука, а также γ , σ и π , изображающие стрелу.

Для проверки остроты зрения полезно присмотреться к звезде ν , расположенной несколько выше σ . Звезда ν — самая древняя из двойных звезд, отмеченных астрономами: еще Птолемей называл ее туманной и двойной. При хорошем зрении здесь можно увидеть не одну, а две близко расположенные звезды, разделенные расстоянием в 12 угловых минут.

В направлении созвездия Стрельца находится центр нашей Галактики — ее ядро. В этом месте неба мы должны были бы видеть обширное, размытое светящееся пятно, заходящее в соседние созвездия Скорпиона и Змееносца. По ночам оно должно было бы светить, как несколько тысяч Лун, укорачивая и без того короткие летние ночи. Но ядро нашей Галактики скрыто за ширмой, непрозрачной для видимого света диффузной материи. Его впервые удалось сфотографировать в 1948 г. на Крымской астрофизической обсерватории советским ученым В. Б. Никонову, А. А. Калиняку и В. И. Красовскому с помощью электронно-оптического преобразователя в невидимых инфракрасных лучах. Как показали радионаблюдения, ядро нашей Галактики проявляет явные признаки активности. Оно непрерывно выбрасывает водород в количестве, достигающем полутора солнечных масс в год. Если принять, что возраст нашей Галактики составляет около 15—17 миллиардов лет, то получается, что из ее ядра было выброшено около одной восьмой части массы всей Галактики.

Маленькое созвездие Весов, примыкающее к созвездию Скорпиона справа, было введено несколько позднее других зодиакальных созвездий. Оно было «втиснуто»

между созвездиями Скорпиона и Девы. В созвездии невооруженным глазом видны всего три звезды. Все остальные значительно слабее. Из трех упомянутых звезд верхняя — это как бы ось весов, а расположенные ниже почти симметрично левая и правая звездочки — чашки. Эти звезды имеют и собственные имена: «Киффа Аустралис» и «Киффа Бореалис» — «Чашка южная» и «Чашка северная».

Созвездие Волка, примыкающее к созвездию Скорпиона с юго-запада, похоже на восьмерку из слабых звезд. Присмотревшись, можно увидеть также и третье кольцо. Получается цепь, состоящая из трех довольно крупных звеньев (см. карты в Приложении 3). Собственно, Волк — это принадлежность созвездия Кентавра. Греки рассказывали легенду об аркадском царе Ликаоне, который принес в жертву Зевсу одного из своих сыновей. Зевсу не по душе пришлась такая кровожадность и в наказание он превратил Ликаона в свирепого волка, которого умертвил смелый и благородный кентавр.

Орион. Большой Пес. Малый Пес

Мифический охотник Орион выступает на небе в сверкающем окружении ярких звезд, входящих в созвездия, которые носят названия животных: Большого и Малого Пса, Тельца, Зайца и Единорога. Все эти созвездия являются подлинными украшениями зимнего неба (рис. 24).

Созвездие Ориона упоминается во многих древних источниках. О нем говорится в библейской книге Иова, о нем рассказывали Гомер и Гесиод. Три яркие звезды, расположенные на прямой линии — δ , ϵ и ζ , носят собственные имена «Минтака» («Пояс»), «Альнилам» («Нитка жемчуга»), «Альнитак» («Перевязь»).словно огромный сноп, перевязанный посередине, это созвездие протянулось на 30 градусов с севера на юг, причем верхняя из трех звезд, образующих перевязь (δ), лежит точно на линии небесного экватора. Вверху «снопа» слева блистает красноватая звезда Бетельгейзе, вверху справа — Беллятрикс, а внизу справа — Ригель и слева — Сайф.

В нижней части созвездия видны звезды «Меча», окруженные слабо светящейся туманностью. Это одна из немногих диффузных, т. е. рассеянных газовых туманностей, видимых невооруженным глазом. Она

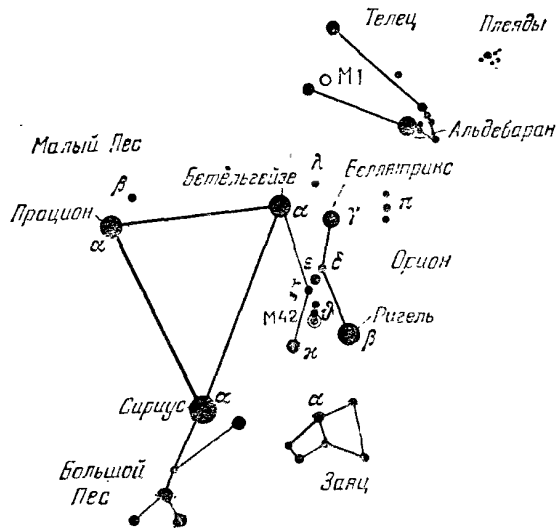


Рис. 24. Группа созвездия Ориона. Зимний треугольник.

светит в результате воздействия ультрафиолетового излучения огромных горячих звезд, расположенных внутри туманности. Энергия невидимых ультрафиолетовых лучей возбуждает атомы туманности, состоящей из разреженного водорода, которые переизлучают эту энергию в диапазоне видимого света. Такой физический процесс называется *люминесценцией*.

Орион — средоточие множества горячих голубых звезд, и лишь одна звезда составляет исключение — красный гигант Бетельгейзе. В этом более чем эффектном созвездии две звезды первой величины, четыре — второй, семь — третьей, двенадцать — четвертой. Но и слабые звезды обладают достаточно интересными свойствами. Такова звезда θ , расположенная в центре туманности Ориона. В самый небольшой телескоп эта звездочка распадается на четыре, расположен-

ные в виде правильной трапеции. На самом деле здесь находится в тесной компании около тысячи звезд. Они-то и «подсвечивают» туманность, площадь которой в 17 раз превосходит площадь видимого диска Луны. Не случайно, вероятно, название этого созвездия некоторые ученые связывают с латинским «фламмерон», что значит «несущий свет».

Звезда α Ориона — Бетельгейзе, обязана своим названием арабскому слову «Ибт аль-джауза». В переводе на русский язык это означает «Правое плечо великана». Бетельгейзе — одна из самых больших звезд, и хотя она уступает таким великанам, как Антаресу, α Геркулеса и ϵ Возничего, все же диаметр ее превосходит солнечный в триста раз!

Но не она самая яркая звезда созвездия. По видимому блеску ее превосходит β Ориона — Ригель (не путать со схожими названиями звезд Регул в созвездии Льва и Ригиль-Центаврус в созвездии Центавра!). Название «Ригель» также произошло от арабского слова «Ридж аль-джауза» — «Нога великана». Эта тройная голубовато-белая звезда с древности служила мореходам в качестве небесного ориентира, за что ее называли также «Маринус Астер» — «Морская Звезда». Любопытно, что отголоском религиозного почитания этой звезды является наличие в списках католических святых Марины и Астеры.

Ригель — одна из самых ярких звезд на небе, видимых невооруженным глазом. Поэтому и теперь, как и в древности, она служит небесным ориентиром и относится к ряду астронавигационных звезд. Блеск Ригеля тем более поразителен, что свет этой звезды идет до нас 1000 лет! Взгляните на Ригель в ясную морозную ночь: сейчас мы видим его таким, каким он был во время князя Владимира Красное Солнышко.

Третья по блеску звезда Ориона — γ — называется «Беллятрикс», от латинского слова «Воительница». Правильнее ее было бы назвать «левым плечом великана», так как именно в этом месте на рисунках изображалась упомянутая часть тела мифического охотника. Дугообразная цепочка слабых звезд, расположенная правее γ , изображала щит Ориона, прикрывающий его от разъяренного быка — соседнего созвездия Тельца. Все звезды «щита» обозначены одной и той же буквой λ .

На таком же расстоянии от нас, как и Ригель, находится звезда κ Ориона — голубовато-белый гигант, образующий «правую ногу великана», слегка прикрывающую «мечом» — отсюда и название этой звезды «Сайф» (по-арабски «Меч»).

Таким образом, яркие звезды четко обозначают пояс Ориона, его плечи и ноги. Но голову приходится «домысливать», глядя на довольно слабую туманную звездочку λ , расположенную выше Бетельгейзе и Беллятрикса и образующей с ними фигуру почти равнобедренного треугольника. Эта звезда, еще более далекая, чем Ригель, превосходит его по температуре и яркости и принадлежит к числу наиболее горячих звезд. Температура ее поверхности достигает 30 тысяч градусов, что в шесть раз выше поверхностной температуры Солнца. К голубовато-белым гигантам принадлежат и звезды «Пояса Ориона».

Слева от «Пояса» Ориона в созвездии Большого Пса блесит Сириус — ярчайшая звезда всего неба. Для обозначения ее видимого блеска пришлось воспользоваться отрицательной звездной величиной «минус 1,46».

На территории нашей страны Сириус украшает зимние вечера и ночи, переливаясь радужными красками низко над горизонтом в южной стороне неба. Вряд ли найдется человек, который хотя бы однажды не обратил внимания на эту изумительно красивую звезду, которой в Древнем Египте поклонялись и приносили жертвы.

Это легко понять: ведь в южных широтах Сириус поднимается значительно выше и потому блеск его еще более впечатляет. Первое появление Сириуса в лучах утренней зари служило для египтян своего рода сигналом о близком разливе Нила, от которого зависело благоденствие страны. Мутные воды великого Нила приносили на поля плодородный ил, и египтяне всегда с нетерпением ожидали его очередного разлива.

Громкими звуками труб возвещали жрецы народу о появлении Сириуса, в честь его устраивались празднества, которые по традиции перешли затем к древним римлянам, а впоследствии и к нам. Правда, в несколько иные сроки. Но тем не менее для каждого из нас чем-то дорогое слово «каникулы», которое возбуждает в

памяти приятные воспоминания школьных лет. Дело в том, что созвездие Большого Пса по-латыни называется «Канис Майор», и потому свободные от занятий праздничные дни в Древнем Риме стали называться «каникулами», т. е. «собачьими днями».

Название Сириус происходит от санскритского «сиар» — «сиять». Отсюда и название Сири — «Светлая», «Солнечная» страна. Египетское название этой звезды «Сотис» также означало «Лучезарная». Восход «Собачьей звезды» — «Стелла каникула» совпадал с наступлением сильной жары, и потому древние поэты Вергилий (70—19 гг. до н. э.) и Гораций (65—8 гг. до н. э.) рекомендовали жителям Рима удаляться на отдых в прохладные загородные рощи.

Яркий блеск Сириуса объясняется не столько его высокой светимостью, сколько тем, что это одна из ближайших к нам звезд. Она всего вдвое дальше α Центавра и находится на расстоянии девяти световых лет. К сожалению, так будет не всегда, потому что расстояние между нами и Сириусом увеличивается на 8 километров в секунду — скорость, вполне представляемая для современного человека: с такой скоростью летают космонавты вокруг Земли.

Ближе, чем Сириус, расположены следующие звезды: α Центавра, «Проксима» Центавра, звезда Барнарда, Лейтен 726-8 (в созвездии Кита), Вольф 359 (в созвездии Льва), Лаланд 21-185 (в созвездии Малого Льва).

Сириус имеет спутник — маленькую очень плотную звезду, так называемый белый карлик. «Двойственность» Сириуса теоретически была предсказана немецким астрономом Бесселем в 1844 г. Астрономы Петерс и Ауверс вычислили предполагаемую траекторию его движения. Через 17 лет знаменитый американский оптик Альван Кларк, создавший в это время 96-сантиметровый объектив для телескопа Ликской обсерватории, 31 января 1862 г. открыл долгожданный спутник.

Быше созвездия Большого Пса расположился другой «Пес» — поменьше. Это созвездие так и называется: Малый Пес. В нем только одна яркая звезда — Процион (α), но, как мы уже отмечали, эту звезду невозможно не заметить, так как Процион, Бетельгейзе и Сириус образуют фигуру огромного «зимнего треугольника». Присмотритесь к нему — он равносторонний.

Яркая желтая звезда Прорцион — одна из самых близких к нам звезд. Свет от нее доходит до Земли примерно за 11 лет. 14 ноября 1896 г. астроному Шеберле посчастливилось открыть у Прорциона спутник, подобный спутнику Сириуса.

Всего в созвездии Малого Пса видно 15 звезд. Вторая по блеску звезда этого созвездия β , расположенная неподалеку от Прорциона, является звездой третьей величины.

Единорог. Заяц

Если бы не «зипний треугольник», нелегко было бы найти на небе созвездие Единорога. Его нельзя назвать маленьким: оно лишь немного уступает по площади созвездию Близнецов. Да и звезд в нем, видимых невооруженным глазом, не менее 80. Но на глаз они мало приметны. Четыре самые яркие из них имеют всего лишь четвертую звездную величину. Да и говорить об этом созвездии, может быть, не стоило бы, но ведь это зверь, входящий в свиту охотника Ориона!

Единственной достопримечательностью этого созвездия является знаменитая диффузная туманность «Розетка», которая на фотографиях выглядит как драгоценное ювелирное изделие.

Какой охотник может обойтись без зайца! Видимо, древняя охотничья страсть заставила поместить на небо под ногами Ориона и это традиционное животное. Созвездие Зайца совсем невелико, и хотя некоторые люди с развитым воображением могут при известной доле фантазии увидеть в нем зверька с длинными ушами, все-таки легче сравнить фигуру этого созвездия с широко раскрытой книгой. Впрочем, насколько может быть велика разница в сопоставлениях фигур созвездий с реальными образами, показывает арабское название созвездия «Ам-аль-джауза» — «Опора великана».

Созвездие Зайца известно с самых древнейших времен. В нем 37 видимых невооруженным глазом звезд, две из которых третьей величины, шесть — четвертой. В этом созвездии скрывается интересная «малиновая звезда» Гинда, видимая в небольшой телескоп. Тому, кому удастся на нее посмотреть, она покажется похожей «на каплю крови, брошенную в темную глубь неба».

Телец

Но ни Единорог, ни Заяц, ни верные охотничьи псы не привлекают в данный момент внимания Ориона. Вся фигура охотника устремлена навстречу разъяренному Тельцу — огромному и могучему быку, который встал на дыбы и угрожающе ринулся на Ориона. Вряд ли Орион может рассчитывать на свой эфемерный щит, выставленный навстречу зверю. Залог его победы — в исключительной ловкости и силе.

Телец — едва ли не самое знаменитое созвездие из всех созвездий Зодиака. О нем упоминают многие исторические хроники. Созвездие характеризуется группой звезд, которая напоминает латинскую букву V (см. рис. 24). Кстати, современная прописная буква A, ведущая происхождения от древнеегипетского иероглифа, обозначающего священного быка Аписа *), представляет собой не что иное, как перевернутую бычью морду с двумя рогами.

В созвездии можно насчитать 125 звезд, доступных наблюдению невооруженным глазом. Среди них выделяется своей яркостью красноватая звезда Альдебаран. Ее называют также «Глазом Тельца», хотя буквально слово «Альдебаран» переводится с арабского на русский как «Следующая». Эта звезда следует в своем суточном движении за известной группой звезд «Плеяды», представляющей одно из немногих рассеянных звездных скоплений, видимых невооруженным глазом.

Альдебаран — огромный красный гигант, расположенный на расстоянии 70 световых лет от нас. На небе немного ярких звезд, которые могли бы сравниться с ним по интенсивности окраски — разве только Антарес в Скорпионе, Бетельгейзе в Орионе и Арктур в Волопасе. Альдебаран удаляется от нас со скоростью около 30 км/сек.

В Древнем Риме (3 тыс. лет до н. э.) эту звезду называли Палалициумом в честь богини Палесы, покровительницы пастухов и стад. В ту эпоху весна начиналась с прохождения Солнца над Альдебараном: именно там была точка весеннего равноденствия. Теперь, как

*) Или от финикийской буквы «алеф», название которой означает «бык».

известно, точка весеннего равноденствия переместилась в созвездие Рыб, отделенное от Тельца созвездием Овна. Следовательно, возраст астрономии никак не меньше 5 тысяч лет.

Появление Плеяд перед восходом Солнца означало в древности начало года. А их вечерняя видимость определяла начало зимы. Столь важное значение Плеяд в хозяйственной жизни привело к тому, что эта звездная группа занимает особое место в религиозных церемониях и литературных памятниках.

Слово «Плеяды» происходит от греческого слова «плеяс», что значит «множество». В самом деле, в этой тесной кучке можно насчитать до 6—9 звезд. Однако простого бинокля недостаточно, чтобы увеличить число видимых здесь звезд в десятки раз.

Согласно мифологии Плеяды — дочери титана Атласа (Атланта), именем которого назван Атлантический океан. За участие в борьбе против богов он был осужден навеки поддерживать небесный свод. Изображение этого титана украшало первые сборники географических карт, откуда произошло распространенное название «атлас». По одному из мифов семь сестер, преследуемые Орионом, вынуждены были молить богов о спасении и были тотчас превращены в голубей и перенесены на небо, где стали нимфами. Шесть из них вступили в семейные узы с богами — Майя, Электра, Тайгета, Альциона, Целсена, Астеропа. И лишь седьмая, Мeroпа, вышла замуж за смертного Сизифа, строителя Коринфа. Однако земные заслуги для богов ничего не значили, и Мeroпа в наказание была вынуждена удовольствоваться самой слабой, почти невидимой звездочкой. Самая яркая звезда в Плеядах — Альциона — жена Посейдона.

Всего в Плеядах насчитывается несколько сотен звезд, в том числе значительное число очень горячих голубовато-белого цвета. Их взаимная близость не случайна: звезды — члены скопления связаны физически, а скопление Плеяды очень молодое и звезды в нем еще не успели «разбредиться». Если вы возьмете кусочек гранита, можете быть довольны тем, что держите в руке нечто, во много раз более древнее, чем эти звезды: граниты возникли на Земле миллиарды лет назад, возраст Плеяд вряд ли превышает тридцать миллионов лет.

Интересной особенностью Плеяд является наличие в них большого числа так называемых вспыхивающих звезд, относящихся к классу красных карликов. Во время таких вспышек звезда в течение нескольких минут или даже секунд увеличивает свой блеск в сотни, а то и в тысячи раз, а затем через несколько десятков минут возвращается к обычному состоянию. При этом у ряда звезд, относящихся к Плеядам, вспышки регистрировались по несколько десятков раз. Согласно подсчетам академика В. А. Амбарцумяна, общее число вспыхивающих звезд в Плеядах должно быть не менее трехсот двадцати. Можно предположить, что вспыхивающие звезды также относятся к числу молодых космических объектов, у которых еще заметно проявляется неустойчивость, видимо, характерная для ранних стадий существования звездных тел.

Таким образом, по всей вероятности, близость звезд, которые входят в состав Плеяд, объясняется тем, что это звезды-младенцы, которые еще не успели «вылететь» из родного гнезда и продолжают жить, «тесно прижавшись» друг к другу. Вероятно, в будущем они разлетятся и станут сиять в самых разных участках неба. Но если это и случится, то через многие миллионы лет.

Не проявилась ли особая интуиция в народном русском наименовании Плеяд «Утиное гнездо»? Совпадение? Но как часто они бывают! Вспомните: Вега — «Падающая птица» — приближается к нам.

Впрочем, есть у Плеяд и еще одно весьма выразительное русское название: «Стожары». Действительно, скопление горит на небе, как сто далеких огней, и лучшего имени придумать было невозможно.

Звезды, окружающие Альдебаран, также составляют рассеянное скопление, хотя и не столь заметное. Астрономы называют его «Гиады» от греческого глагола «гийей» (мочить дождем), так как в древности появление этой звездной группы предшествовало периоду дождей.

Прямо над Орионом, по соседству со звездой ζ Тельца, в 1054 г. вспыхнула очень яркая новая звезда. Вскоре она поблекла и память о ней исчезла. В 1758 г. Мессье, занимаясь поиском комет, обнаружил здесь туманное свечение пятно, которое можно было принять за комету. И так как таких пятен на небе оказалось

довольно много, у Мессье возникла счастливая мысль зарегистрировать все подобные пятна, чтобы в дальнейшем без помех разыскивать свои любимые кометы. Туманность в Тельце он отметил номером один.

Позднее в более сильные телескопы удалось рассмотреть ее причудливую форму, напоминающую огромного краба, за что туманность получила имя «Крабовидной». Теперь же это один из наиболее популярных объектов неба. Установлено, что туманность возникла в результате вспышки в 1054 г. сверхновой звезды. Масса Крабовидной туманности, видимо, достигает одной десятой массы Солнца, что свидетельствует о грандиозном масштабе взрыва сверхновой.

Это светящееся газовое облако продолжает расширяться со скоростью 1000 км/сек. За тысячу с лишним лет, прошедших с момента взрыва, газовая оболочка, сброшенная звездой, расширилась до диаметра около шести световых лет.

Наблюдения показали, что Крабовидная туманность является мощным источником радиоизлучения (третьим по мощности космическая радиостанция после радиоисточников в созвездиях Кассиопеи и Лебедя).

Согласно современным представлениям это излучение порождается при движении электронов с околосветовыми скоростями в магнитных полях.

В центре Крабовидной туманности видна звездочка 16-й звездной величины — пульсар, остаток взорвавшейся звезды. Эта звездочка — пока что единственный из известных пульсаров, который удалось отождествить с оптическим объектом. Об остальных пока нам могут поведать только радиоволны.

Козерог

Лучшее время видимости этого созвездия в северном полушарии — июль и август. Однако и в эти месяцы созвездие Козерога расположено низко над горизонтом. Оно не содержит сколько-нибудь ярких звезд и поэтому не привлекает к себе особого внимания.

И напрасно. Козерог — одно из самых красивых созвездий. Оно похоже на легкую газовую косынку, расстеленную по небу. Космонавты, не раз использовавшие это созвездие в качестве небесного ориентира,

называли его более конкретно: «летающее крыло». И в самом деле, в очертании созвездия Козерога можно увидеть фигуру современного реактивного самолета, напоминающего по форме широкий треугольник (рис. 25).

Именем этого созвездия до недавнего времени назывался южный тропик Земли: две тысячи лет назад

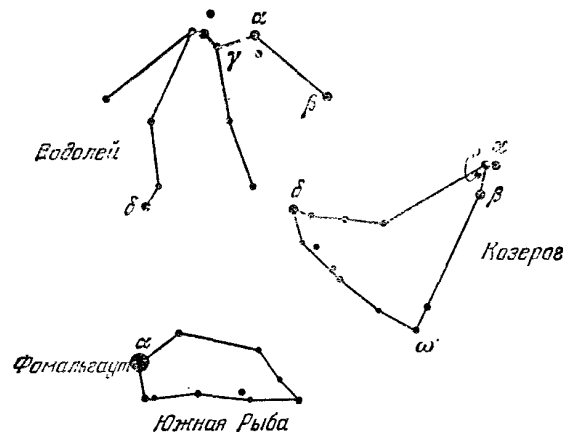


Рис. 25. Созвездия Козерога, Водолея и Южной Рыбы.

в Козероге находилась точка зимнего солнцестояния. Зимнего, разумеется, для северного полушария планеты — в южном же полушарии в это время наступало лето. В наше время начало зимы в северном полушарии соответствует положению Солнца в созвездии Стрельца.

У созвездия Козерога две звезды α , расположенные очень близко одна от другой. Они составляют правый верхний угол треугольника. По сути дела это двойная звезда. Люди, обладающие хорошим зрением, легко могут заметить это на глаз. Обе звезды — третьей величины. Чуть пониже видна обладающая примерно таким же блеском звезда β . Звезды α и β носят арабское название «Сад ал-джабиг», что значит «радость мясника». Дело в том, что рядом с этими «мясниками»,

чуть левее звезды α , можно увидеть слабую звездочку ν , в которой древние фантазеры усмотрели овцу, приготовленную для вкусного обеда.

Левый угол созвездия образован звездой δ . Третья вершина, обращенная вниз, к югу, отмечена тусклой звездочкой ω .

Водолей. Южная Рыба

Соседями Козерога являются также созвездия Водолея и Южной Рыбы. Водолей — зодиакальное созвездие, состоящее преимущественно из звезд пятой величины. Трудно, практически невозможно найти в конфигурации этих звезд хотя бы отдаленный намек на струю воды, вытекающую из опрокинутого кувшина — так это созвездие изображалось на старинных картах. Тем не менее название этого созвездия отнюдь не случайно: оно появлялось на небе в период теплых весенних дождей после зимних холодов, предвещая наступление тепла. Рыбаки радостно готовили свои сети, предвкушая богатые уловы — вот почему, кроме Южной Рыбы, неподалеку от Водолея можно увидеть и очень обширное зодиакальное созвездие Рыб. Как и Водолей, это созвездие состоит из «приглушенных» звезд — словно здесь мы заглядываем в глубину прозрачного озера.

Любопытно, что древние народы были довольно сдиподушны в присвоении названия этому созвездию. Так, арабы именовали его «Сакиб-аль-ма», что значит «человек, льющий воду». Звезду α называли «Садалмалик», т. е. «счастье царства», δ — «Шеат», что значит «желание», β — «Садалсууд» — «счастливейшая из счастливых», а γ — «Садахбиа» — «счастливейшее из сокровищ». В этих названиях нашло свое отражение огромное значение воды для стран засушливого Востока.

В созвездии Водолея есть две достопримечательности: эффектная планетарная туманность NGC 7293 *), в центре которой находится сверхгорячая звезда с по-

*) NGC — «New General Catalogue» (Новый генеральный каталог) Дж. Дрейера — каталог туманностей и звездных скоплений.

верхностной температурой 130 тысяч градусов (напомним, что температура поверхности Солнца всего 6 тысяч градусов) и замечательное шаровое скопление M 2 — второе туманное пятно на небе, отмеченное в свое время Мессье — неутомимым искателем комет.

Созвездие Южной Рыбы совсем невелико, хотя и насчитывает 24 звезды. Но заметна только одна из них — яркая Фомальгаут, что значит по-арабски «Рот рыбы».

Если эту звезду отыскать на звездном глобусе, то к ней в компанию легко подобрать три другие столь же яркие звезды, отделенные друг от друга расстояниями приблизительно в 90 градусов. Это Альдебаран, Антарес и Регул. Слово разделяя небо на четыре равные доли, эти звезды некогда считались «стражами неба». Альдебарану принадлежал восток, Регулу — юг, Антаресу — запад, Фомальгауту — север. Они сыграли существенную роль при составлении первых календарей, по которым жили древние государства. Можно только удивляться, насколько изобретательны были люди в те времена, когда не было ни отрывных, ни перекидных календарей — люди умели использовать для счета времени звездное небо.

Андромеда

Читатель, вероятно, не забыл красивого мифа об Андромеде и Персее. Наиболее удобно наблюдать область неба, где, как в немеркнущих иллюстрациях, живут герои этого мифа, в темные осенние вечера. Основным ориентиром при поиске этих созвездий может служить гигантская фигура ковша из семи ярких звезд, весьма напоминающего своими очертаниями фигуру ковша Большой Медведицы. Эта фигура образована квадратом Пегаса, линией Андромеды и знаменитой переменной звездой β Персея.

Созвездие Андромеды легче всего обнаружить по цепочке звезд второй величины, расположенных почти по прямой линии: α (Альфарет), β (Мирах) и γ (Аламак) (рис. 26). Из них наиболее интересна звезда γ , представляющая собой одну из красивейших, хорошо известных многим любителям астрономии, двойных

звезд. Одна из составляющих двойной системы — ярко оранжевая, другая — изумрудно-зеленая. На самом деле последняя также является двойной: в сильный телескоп можно увидеть одну зеленую, другую голубовато-белую звездочку. Как двойная звезда γ известна с 1777 г., когда впервые ее наблюдал манигеймский астроном Христиан Майер. Двойственность второй

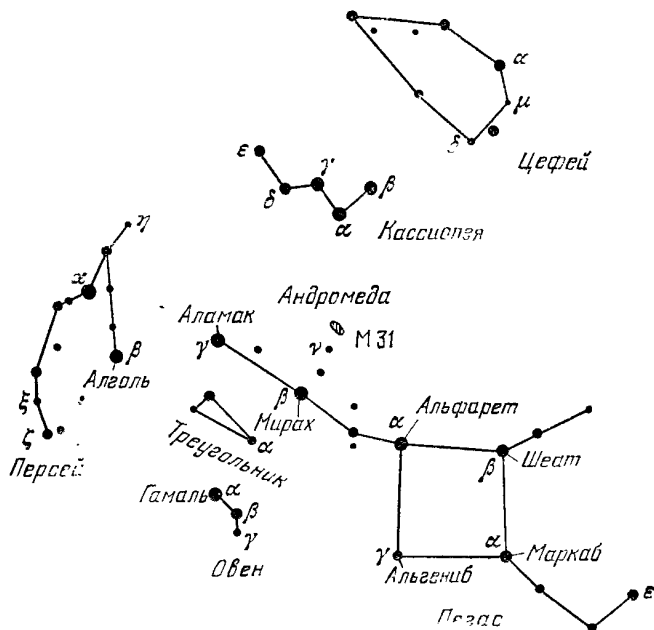


Рис. 26. Группа созвездия Андромеды.

звезды в этой паре была установлена В. Я. Струве в 1842 г.

Но главным объектом в созвездии Андромеды является знаменитая туманность, расположенная примерно посередине между β Андромеды (звездой Мирах) и α Кассиопеи (звездой Шедар) недалеко от звезды γ Андромеды. Это — единственная из сотен тысяч далеких галактик, которую можно увидеть невооруженным

глазом. В X в. персидский астроном Аль-Суфи упоминал об этой туманности как о «маленьком небесном облачке». Видимый размер туманности около $1/2$ градуса. Однако на фотопластинках при длительной выдержке диаметр «туманности» увеличивается до трех градусов, что в шесть раз превышает видимый угловой диаметр Солнца или Луны.

Общий, или, как говорят, интегральный блеск туманности невелик и не превосходит четвертой звездной величины, поэтому увидеть туманность Андромеды можно лишь в самых благоприятных условиях: чистое небо, отсутствие Луны, удаленность источников искусственного света. А ведь в этом тусклом туманном пятнышке — свет десятков миллиардов солнц. Но все дело в том, что галактика Андромеды удалена от нас на расстояние, равное двум миллионам световых лет.

Несмотря на превосходные фотографии туманности Андромеды, полученные еще в прошлом столетии, природа этого образования оставалась неизвестной до 1924 г., когда американскому астроному Эдвину Хабблу удалось «разрешить» туманность на составляющие ее звезды. Это стало возможным благодаря тому, что для ее фотографирования был применен новый для того времени мощный телескоп с диаметром зеркала 2,5 м.

Эффектные снимки, на которых запечатлена не только вся туманность, но и ее отдельные части хорошо известны любителям астрономии по превосходной, хотя во многом уже устаревшей книге Дж. Джинса «Движение миров», вышедшей в свет в 1935 г. Поражают тонкие детали, запечатленные на фотографиях Хаббла, густота звездных облаков, подробности сложной спиральной структуры. Перед нами — целый звездный мир, далекая галактика, включающая в себя не менее сотни миллиардов звезд.

На этих фотографиях можно видеть отдельные звезды, расположенные на краю галактики Андромеды. В 1944 г. Бааде получил снимки отдельных звезд и в ее центральных частях. Большое значение имело открытие в этой туманности переменных звезд — цефеид, с помощью которых и было определено расстояние до нее.

Персей

Справа от созвездия Андромеды расположилось большое созвездие Пегаса, о котором мы расскажем ниже. Левее звезды Аламак (γ Андромеды) мы увидим не очень яркое, но весьма красивое созвездие Персея, звезды которого своим расположением напоминают греческую букву λ или циркуль со слегка раздвинутыми ножками. В месте соединения «ножек» расположена яркая звезда α (Мирфак).

Расположенное вблизи полосы Млечного Пути созвездие Персея поражает богатством звезд и звездных скоплений, хорошо видимых даже в самую небольшую трубу. Особенной известностью пользуются два расположенных рядом бесформенных скопления звезд χ и h Персея, находящихся в верхней, т. е. северной, части созвездия между звездами η Персея и δ Кассиопеи, которая носит собственное имя Рукба.

В телескоп в этом месте неба видны две обильные россыпи слабых звезд. Они кажутся слившимися между собою, хотя на самом деле находятся друг от друга на значительных расстояниях. В скоплениях χ и h Персея соответственно около 200 и 300 звезд. Подобно Плеядам эти рассеянные звездные скопления представляют собой объединения сравнительно молодых, преимущественно очень горячих голубовато-белых гигантов и образуют, по классификации В. А. Амбарцумяна, О-ассоциации. В созвездии Персея к подобным ассоциациям относятся также скопления, сосредоточенные близ звезд ζ и ξ в нижней части левой ножки циркуля (если уподоблять созвездие этой фигуре). Эти звездные скопления удобно наблюдать в осенние вечера.

Другой издавна известной достопримечательностью созвездия Персея является переменная звезда Алголь, обозначаемая буквой β . По-русски это название означает «звезда дьявола». На этом месте старинные звездные карты изображали голову чудовищной Медузы Горгоны. Звезда эта замечательна тем, что периодически изменяет свой блеск почти на полторы звездные величины: от 2,2 до 3,5, что очень легко заметить на глаз, тем более, что период изменения блеска Алголя составляет менее трех суток (2 суток 20 часов 49 минут 02,5 секунды). Эта звезда служит превосходным «наглядным

пособием» для всех, кто хочет заняться наблюдениями переменных звезд.

Звезда Алголь принадлежит к числу примерно четырех тысяч известных в настоящее время затменных переменных звезд. Изменение блеска подобных звезд происходит благодаря тому, что они двойные. Вокруг главной яркой звезды движется звезда-спутник. Так как плоскость орбиты таких звезд расположена в направлении луча нашего зрения, то для земного наблюдателя происходят периодические затмения яркой звезды ее спутником — явление, физическую природу которого разгадал в 1782 г. английский любитель астрономии глухонемой юноша Гудрайк.

Кассиопея. Цефей

Цефей и Кассиопея — мифические царь и царица Эфиопии — представлены совсем неравнозначными созвездиями. Кассиопея, как и подобает уважающей себя царице, украшена пятью яркими звездами, образующими фигуру латинской буквы W или перевернутой буквы M . Это созвездие расположено в приполярной области неба и потому в наших широтах никогда не заходит за горизонт. Особенно красива Кассиопея осенью, когда она высоко поднимается по вечерам.

Созвездие Цефея, наоборот, состоит из весьма слабых звезд, главные из которых образуют фигуру домика с высокой крышей — так, как обычно рисуют домики маленькие дети.

Созвездие Кассиопеи лежит в яркой области Млечного Пути. Чем больше звезд, тем выше вероятность каких-либо необычных событий, связанных с жизнью звездного мира. И потому неудивительно, что именно здесь в 1572 г. произошло необычное событие: появление очень яркой звезды, превосходившей по блеску планету Венера. Эта звезда, относящаяся, вероятно, к классу новых, проблистала на небе 17 месяцев.

Появление новых звезд всегда было событием не только для астрономов. Ведь небо издавна считалось символом неизменности и вечности. В средние века многие верили, что у каждого человека есть своя звезда. Яркие звезды принадлежали богатым и знатным, простой народ на них не претендовал: он довольствовался

лишь самыми слабыми и неприметными. И вдруг звезда необычной яркости! Астрологи думали-гадали: на чей счет отнести появление новой яркой звезды, и, конечно, связывали ее либо с выдающейся личностью, либо с важным общественным событием.

Появление Новой 1572 г. многих встревожило, так как оно совпало с бурными политическими событиями во Франции, где только что произошли трагические события Варфоломеевской ночи. И сам великий астроном Тихо Браге был весьма озадачен появлением этой звезды, так как ничего вразумительного о ее природе сказать не мог.

В 1948 г. в созвездии Кассиопеи был обнаружен очень яркий источник космического радиоизлучения, получивший наименование Кассиопея А, — одна из самых мощных «радиостанций», известных нам во Вселенной. Однако внимание к Кассиопеи А привлекает не только это обстоятельство.

Через три года в той же области неба была обнаружена небольшая, слабо светящаяся быстро расширяющаяся клочковато-волокистая туманность. Наблюдения показали, что вытянутые волокна этой туманности разлетаются в пространстве с огромной скоростью, достигающей 8 тыс. км/сек. Уже по одному этому можно судить о колоссальной мощности процесса, породившего туманность.

На основании этих фактов астрономы пришли к выводу, что туманность в Кассиопее представляет собой остаток вспышки сверхновой звезды. В каком же году эта вспышка произошла? Если мысленно обратить картину расширения туманности вспять, то можно приблизительно рассчитать, когда началось ее расширение. Соответствующие вычисления показали, что это случилось в промежутке между 1659 и 1675 г., скорее всего, около 1667 г. Именно тогда в этой области неба должна была вспыхнуть сверхновая.

Подобное явление, как правило, не проходит незамеченным, привлекает к себе всеобщее внимание, и уж во всяком случае внимание астрономов. Однако ни в одном из документов, относящихся ко второй половине XVII в., ни в воспоминаниях современников никаких упоминаний о вспыхнувшей звезде обнаружить не удалось.

Почему же сверхновая в Кассиопее ускользнула от внимания наблюдателей? Ведь в ту пору в Европе уже существовал ряд обсерваторий, которые вели систематические наблюдения за небесными светилами. Убедительного ответа на этот вопрос пока не получено. Разве только допустить, что как раз в этот период над всей Европой на протяжении нескольких недель подряд стояла облачная погода... Но ведь созвездие Кассиопеи можно наблюдать не только в Европе.

Более убедительным выглядело предположение о том, что свет вспыхнувшей звезды был поглощен межзвездной материей, заполняющей космическое пространство. Но и это предположение не подтвердилось: наблюдения показали, что хотя поглощение света в направлении Кассиопеи А действительно существует, оно приблизительно в два раза слабее поглощения, которое способно было бы закрыть от людских взоров вспышку сверхновой звезды.

Интересное предположение выдвинуто известным советским астрофизиком членом-корреспондентом АН СССР И. С. Шкловским. Ученый считает, что обнаружить сверхновую звезду помешало гигантское пылевое облако, образовавшееся в процессе взрыва. Такое облако могло преградить путь световым лучам, преобразовав их в невидимое инфракрасное излучение, недоступное наблюдению теми средствами, которыми располагали астрономы в XVII в. В дальнейшем это облако могло рассеяться и, словно раздвинувшийся занавес, открыть «место действия», сделав возможным наблюдение волокистой туманности, возникшей при взрыве.

Однако может случиться, что дата предполагаемой вспышки определена не совсем точно.

Исследование других туманностей, образовавшихся в результате вспышек сверхновых, показало, что благодаря влиянию магнитных полей и космических лучей их расширение происходит с ускорением. При определении возраста Кассиопеи А это обстоятельство в расчет не принималось. Если же туманность в созвездии Кассиопеи расширяться с ускорением, то вспышка сверхновой могла произойти не в начале второй половины XVII в., а позже, может быть, даже значительно позже.

На фотографиях загадочной туманности, полученных на крупнейших телескопах с применением красных фильтров, отчетливо видно, что она не является сплошной, а состоит из продолговатых волокон и множества мелких сгустков. Исследования показали, что химический состав этих волокон заметно отличается от химического состава окружающей среды: в них содержится в десятки раз больше кислорода, серы и аргона, чем в межзвездном пространстве. Это обстоятельство служит дополнительным свидетельством того, что туманность в Кассиопее возникла в результате выброса из какого-то космического объекта: она не связана непосредственно с межзвездной средой, а лишь движется сквозь нее с огромной скоростью. Что же касается темных пятнышек, то, судя по всему, это межзвездный газ, сжатый распространяющейся в пространстве в результате взрыва ударной волной. Однако химический состав этих сгущений также не похож на состав межзвездного газа. Все это заставляет предположить, что, видимо, сперва расширилась оболочка звезды, а затем уже произошел взрыв, и ударная волна, распространяясь по этой оболочке, образовала на своем пути своеобразные уплотнения.

В 1966 г. ученые обнаружили, что Кассиопея А является не только «радиостанцией», но также источником рентгеновского излучения, притом значительно более жесткого, чем аналогичное излучение от других остатков сверхновых звезд. Видимо, это объясняется очень высокой температурой излучающей плазмы, которая является следствием чрезвычайно высокой скорости расширения. Это обстоятельство служит дополнительным свидетельством в пользу молодости радиоисточника Кассиопея А.

Туманность Кассиопея А — уникальный в своем роде космический объект не только в плане изучения звездных вспышек, и его дальнейшее исследование представляет значительный интерес для понимания процессов превращения материи во Вселенной...

Созвездие Цефея лучше всего искать, следуя от Полярной звезды по направлению к созвездию Лебедя. Тогда слева от Цефея расположится уже знакомое нам созвездие Кассиопеи, справа — извивающееся созвездие Дракона.

Созвездие Цефея знаменито переменной звездой δ . Она находится в левом нижнем «углу» основания «домика». Вот уже почти двести лет любители астрономии всего мира следят за этой звездой, строго периодически меняющей свой блеск в пределах от 3,6 до 4,3 звездной величины. При этом звезда пульсирует, то сжимаясь, то «раздуваясь».

Еще одной достопримечательностью созвездия Цефея является звезда μ , расположенная под основанием «домика». Это «гранатовая» звезда Гершеля, которой можно подолгу любоваться даже в обычный театральный бинокль. Ее интенсивно красный цвет вызван низкой поверхностной температурой, которая едва ли превосходит 2 тысячи градусов.

Правее «гранатовой» звезды, в нижнем углу фигуры «домика» расположена α Цефея — Альдерамин. Это самая яркая звезда созвездия, имеющая звездную величину 2,4. Всего же в этом сравнительно небольшом созвездии можно насчитать до 60 видимых невооруженным глазом звезд.

Кит

И, наконец, последним в группе созвездий, окружающих Андромеду, является созвездие Кита (рис. 27). Древние греки, видимо, мало были знакомы с этим морским животным, иначе они не превратили бы его в своих мифах в злое чудовище, похожее скорее на дракона и глотавшее людей. Созвездие Кита — одно из обширнейших на небе. Оно протянулось от созвездия Тельца до созвездия Водолея. В нем около 100 звезд, но лишь одна из них — звезда β (Дифта) достигает второй звездной величины. Звезда α (Менкар) выглядит несколько более тусклой.

Но подлинной диковиной этого созвездия является звезда «омикрон», получившая от Яна Гевелия имя «Мира», что означает «дивная», «удивительная». Эта звезда тоже относится к переменным, но совершенно особого рода. Период изменения блеска этой звезды составляет в среднем 331,62 суток (11 месяцев). В максимуме блеска она достигает второй величины, т. е. становится ярчайшей звездой созвездия. Зато в минимуме

ее нельзя увидеть даже в любительский телескоп: ее блеск ослабевает до 10-й звездной величины.

Мы придем к Мире, если проведем через квадрат Пегаса диагональ от правого верхнего к нижнему

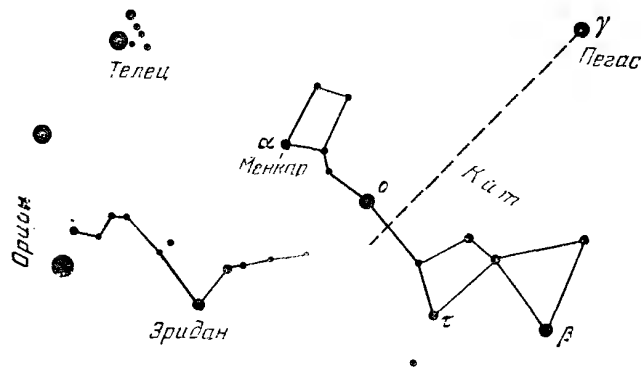


Рис. 27. Созвездия Кита и Эридана.

левому углу и продолжим ее на двойное расстояние. При этом наша линия пройдет рядом с α Рыб.

Левее звезды β можно увидеть звездочку 3,5 величины γ Кита. Звезда эта как по размерам, так и по температуре и по некоторым другим физическим характеристикам напоминает наше Солнце, и находится она на расстоянии 12 световых лет от Земли. Глядя на эту звезду, можно представить, как на таком расстоянии выглядит наше Солнце. Сходство τ Кита с Солнцем побудило некоторых астрономов предположить, что у этой звезды, быть может, имеются обитаемые планеты. В 1960 г. американский астроном Дрейк пытался уловить радиосигналы предполагаемой таукитянской цивилизации (проект «Озма»). Однако такие сигналы обнаружить не удалось.

Треугольник. Южный Треугольник

Из древних «геометрических» созвездий известен лишь один Треугольник — небольшое созвездие, расположенное по соседству с созвездием Андромеды (см. рис. 26). Все другие «геометрические» фигуры,

а также связанные с геометрией угломерные приборы были «помещены» на небесную сферу сравнительно недавно — в XVI—XVII вв. Это созвездия Южного Треугольника, Наугольника, Секстанта и Октанта. Все четыре созвездия расположены в южном полушарии.

Мы уже не раз говорили о небесных треугольниках — то «зимнем», то «летне-осеннем», а при желании их можно найти сколько угодно, и нам еще придется не раз с ними встретиться. Но все эти треугольники имеют лишь вспомогательное значение. Созвездий же, носящих такое название официально, только два: уже упомянутое созвездие Треугольника, внешне ничем не примечательное, действительно похожее на небольшой вытянутый треугольник. Звезды Треугольника не яркие: даже α всего лишь третьей звездной величины. Всего в созвездии можно насчитать 15 звезд. Но главную достопримечательность Треугольника — красивую спиральную туманность М 33 разглядеть невооруженным глазом не удастся. Для этого нужен довольно сильный телескоп. В телескоп можно полюбоваться и красивой двойной звездочкой ι , компоненты которой окрашены в золотисто-желтый и зелено-голубой цвета.

«Напарник» этого созвездия — созвездие Южного Треугольника — находится в южном полушарии небесной сферы. Открытое в эпоху Возрождения, это созвездие удивило мореплавателей тремя своими звездами, действительно образующими четкий, хотя и небольшой треугольник, близкий по своей форме к равносоставленному.

Его нетрудно отыскать, так как созвездие раскинулось симметрично созвездию Южного Креста, лежащему по другую сторону от прославленной α Центавра (см. рис. 35). Южный Треугольник стал надежным ориентиром для мореплавателей, а позднее — для летчиков и космонавтов.

Звезд в нем немного — около 20. Но главная фигура четко обрисовывается звездами второй и третьей величины: α , β и γ . Насколько нам известно, собственных имен этим звездам еще никто не присвоил.

К геометрическим фигурам можно было бы отнести и вытянутый прямоугольник созвездия Близнецов, о котором мы подробно рассказали раньше.

Есть на небе несколько трапеций, причем несколько не похожих друг на друга. Упомянем о двух из них — созвездиях Льва и Ворона.

Первое из них относится к числу зодиакальных. Солнце вступает в созвездие Льва в двадцатых числах августа. Наилучший период видимости этого созвездия — ранняя весна (март — апрель). Созвездие довольно обширно, и хотя оно содержит не менее 70 звезд, отчетливо выделяются четыре из них: α (Регул), β (Денебола), γ (Альгейба) и δ (Зосма). Эти звезды и образуют фигуру большой трапеции (рис. 18 и 28). Найти ее очень

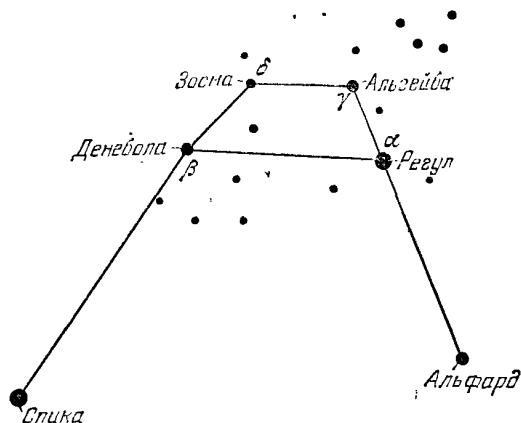


Рис. 28. Созвездия Льва, нахождение звезд Спика и Альфард.

просто: она расположена под донышком «ковша» Большой Медведицы. Самая яркая звезда созвездия в древности называлась греческим именем «Василиск», что значит «царский». Аналогично по значению и арабское наименование этой звезды «Аль-Малик», что дало повод Копернику подарить этой звезде латинское имя Регул, напоминающее о том, что созвездие олицетворяет царя зверей («Регул» означает «царственный»).

Созвездие Льва весьма удобно для ориентирования и может быть успешно использовано при поиске других созвездий.

Совсем не похожа на огромную правильную трапецию Льва маленькая скошенная трапеция Ворона — небольшого созвездия, расположенного в том участке неба, где теснятся, прижавшись друг к другу, созвездия Центавра и Гидры, Чаши и Секстанта. Находясь на 10 градусов южнее небесного экватора, оно непосредственно примыкает к области неба, где ярко сверкает α Девы — Спика.

Любопытно, что звезда α Ворона — одна из самых слабых в этом созвездии. Она выходит за пределы трапеции, приютившись возле ее правого нижнего угла (рис. 29). Здесь

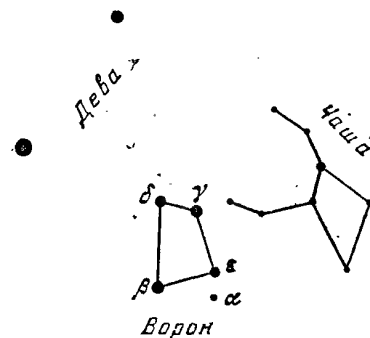


Рис. 29. Созвездия Ворона и Чаши.

следует оговориться, что все указания типа «выше», «ниже», «правее», «левее» в тексте этой книги адресованы к тем, кто в момент наблюдений находится в северном полушарии Земли. Любое созвездие, если смотреть на него из южного полушария, окажется перевернутым «вверх ногами», и то, что было правым, станет левым, и наоборот.

Самая яркая из звезд Ворона γ имеет звездную величину 2,6. Интересна звезда δ , имеющая спутник — красную звездочку 8-й величины.

Красивым полукругим выглядит соседнее созвездие Чаши. Оно также невелико и связано с Воронем древней мифологией: некогда Аполлон послал ворона за водой, чтобы принести жертву Зевсу. Но Ворон, усевшись на смоковнице, стал дожидаться, когда поспеют ее плоды, чем весьма прогневил бога Солнца. В наказание Зевс поместил Ворона с чашей на спину огромного чудовища Гидры — созвездия, о котором мы поговорим особо.

В созвездии Чаши нет ни одной яркой звезды и поэтому его можно видеть лишь при особо благоприятных условиях наблюдений.

Пегас

Чтобы завершить знакомство с геометрическими фигурами на небе, отметим обширное созвездие Пегаса, главные звезды которого образуют характерную фигуру большого и яркого квадрата (см. рис. 26). Это осеннее созвездие примыкает к группе Андромеды и настолько тесно слилось с нею, что одна из его звезд — δ (Альфарет) одновременно является и α Андромеды.

Остальные звезды квадрата также имеют собственные имена: β — Шеат, γ — Альгениб, α — Маркаб. Два последних названия означают «крыло» и «седло» — атрибуты знаменитого мифического крылатого коня Пегаса.

Правее квадрата располагаются другие звезды Пегаса, в том числе и довольно яркая ϵ , возле которой находится известное шаровое скопление М 15. Это одно из наиболее обильных скоплений такого рода: в его состав входит не менее 6 миллионов звезд.

Так же, как и трапеция Льва, квадрат Пегаса очень удобен в качестве ориентира для отыскания других звезд и созвездий.

Наугольник. Секстант. Октант

Каких-либо иных, столь же четко «вычерченных» геометрических фигур на небе не найти. С некоторой натяжкой к небесной геометрии можно отнести созвездия, носящие названия угломерных навигационных приборов — Наугольник, Секстант и Октант. Эти имена были придуманы астрономами XVI—XVII вв. Байером, Гевелием и Лакайлем.

Наугольник — довольно обширное созвездие южного полушария, расположенное к югу от сверкающей клешни Скорпиона. «Спицу» его «подпирает» созвездие Южного Треугольника.

Созвездие Секстанта разделено надвое линией небесного экватора. И хотя оно лишено сколько-нибудь ярких звезд, его нетрудно отыскать на нашем небе весной, так как оно находится между яркими звездами Регул в созвездии Льва и Альфард в созвездии Гидры.

Октант — самое южное созвездие неба. И, пожалуй, только этим и знаменито. Оно окружает Южный полюс

мира. В нем есть даже своя маленькая «Полярная» звезда — σ . Но σ — 18-я буква греческого алфавита и уже одно это говорит о непригодности данной звезды на роль ориентира. Единственная звезда этого созвездия, претендующая на звание «яркой», — ν — четвертой звездной величины. Но она расположена довольно далеко от южного полюса мира и для определения направления «север — юг» не годится.

Журавль

Может быть, потому, что журавли обычно летят косяком, так названо одно из очень красивых созвездий южного полушария — оно напоминает стаю летящих журавлей. А еще больше оно похоже на единицу. Очертания этого созвездия четки и выразительны. Они образуют острый угол с весьма неравными сторонами. Вершина угла отмечена звездой β (второй величины), а в конце «хвостика» «единицы» блестит чуть превосходящая ее по яркости α (см. рис. 36 в. гл VI). Всего в созвездии до 30 звезд.

Тукан

С юга к созвездию Журавля примыкает созвездие Тукана. Оно выглядит неправильным четырехугольником, составленным звездами α (третьей величины), γ , β и δ . Созвездие было бы неприметно, если бы его не украшало Малое Магелланово Облако — клочковатая «туманность», представляющая собой ближайшую к нам галактику. Малое Магелланово Облако простирается на 10 квадратных градусов, т. е. в 50 раз больше по площади видимого диска полной Луны. (На рис. 36 оно как бы попало в созвездие Южной Гидры. На самом деле граница между этими созвездиями вдается внутрь «треугольника» Южной Гидры.)

В этом созвездии находится также одно из наиболее примечательных звездных скоплений, которое невооруженному глазу представляется звездой 4,5 величины.

Область, окружающая южный полюс мира, бедна яркими звездами, и потому так заметны здесь Большое и Малое Магеллановы Облака, описанные мореплавателями XVI в. Своим названием они обязаны тому,

что впервые были описаны Антонио Пигафеттой — одним из спутников Магеллана в его знаменитом кругосветном путешествии. Особенно эффектно Большое Магелланово Облако, расположенное в созвездии Золотой Рыбы. Его площадь 42 квадратных градуса, что приблизительно в двести раз превосходит площадь видимого диска Луны. Расположенное в темной, беззвездной области, оно выглядит очень ярко, хотя и не превосходит сияния Млечного Пути. По образному выражению Гершеля, этот участок неба — «пустыня, окружающая со всех сторон цветущий оазис».

Расстояние до Магеллановых Облаков около 165 тысяч световых лет. Эти две звездные системы являются спутниками нашей Галактики, обращающимися вместе с ней вокруг общего центра масс. Каждая из них состоит из десятков миллионов звезд и множества звездных скоплений и обе они представляют собой своеобразные «пригороды» нашего звездного острова.

Южный Крест. Муха. Жертвенник

Если попросить человека, не знающего астрономии, назвать какие-нибудь созвездия, конечно же он вспомнит Большую Медведицу и, весьма вероятно, Южный Крест, хотя в большинстве случаев окажется, что этого второго созвездия он никогда и не видел. Как мы уже отмечали, это созвездие для всех районов нашей страны в современную эпоху является невосходящим. Но слышали о нем почти все. Оно описано в романах Жюль Верна. Его изображение красуется на государственных флагах Австралии, Новой Зеландии и некоторых других стран южного полушария.

Столь широкая популярность этого созвездия создает ему репутацию даже несколько преувеличенную. Многие думают, что созвездие Южного Креста отличается размерами и яркостью составляющих его звезд. Отнюдь нет. По размерам это созвездие одно из самых скромных, и если наша Большая Медведица занимает на небе 1280 квадратных градусов, то на долю Южного Креста приходится всего лишь 68. В Большой Медведице около 125 звезд, видимых невооруженным глазом, а в Южном Кресте их всего около 30.

Неудивительно невольное разочарование, испытываемое теми, кто, много наслушавшись об этом экзотическом созвездии, впервые видит его воочию. Помните, у Гончарова: «Дался им этот Крест, — ворчал дед, спускаясь в люк, — выдумали Крест! И Креста-то никакого нет: просто четыре небольших звезды...»

Действительно, четыре главные звезды этого созвездия — α , γ , β и δ образуют фигуру несколько скошенного креста. Однако ее «портит» «лишняя» звезда ϵ четвертой величины, примостившаяся между α и δ (см. рис. 9 и 31).

Из достопримечательностей созвездия Южного Креста можно упомянуть о звезде κ шестой величины. Она находится рядом с β , слева от нее. На самом деле это не одна звезда. В телескоп она распадается на десятки разноцветных звезд, среди которых выделяются две рубиново-красные, две изумрудно-зеленые, три бледно-зеленые и одна голубовато-белая, остальные — чисто белого цвета. Образное описание этого редкостного объекта дал замечательный популяризатор астрономии Камилл Фламмарин: «Здесь небо представляет собою как будто настоящий ящик с драгоценными камнями: алмазами чистейшей воды, прозрачными желтыми алмазами, жемчужинами, топазами, изумрудами, рубинами и сапфирами».

К югу от Южного Креста легко заметить небольшое созвездие Мухи, которое и в самом деле похоже на это насекомое (см. рис. 31). В нем не более 30 звезд. Но главные пять — три треугольником внизу — тельце мухи со сложенными крыльями, и две сверху — как бы тонкие усики насекомого.

Южный Крест, вообще, является как бы центральным созвездием южного неба. Слева от него расположены самые яркие звезды Центавра — β и α . Мелкие звезды Центавра охватывают Южный Крест со всех сторон, за исключением юга. Справа от созвездия Южного Креста расположились созвездия Парусов, Кормы, Кипя и Компаса, которые были когда-то одним созвездием Корабля Арга, столь тесно связанного с поэтическим мифом об аргонавтах. Линия, проходящая через малую перекладину Креста, β и α Центавра, приводит нас к очень красивому созвездию Жертвенника, расположенному к югу от созвездия Скорпиона. Кстати,

несмотря на многочисленные попытки сконструировать из звезд Жертвенника подобие алтаря для жертвоприношений, более естественно увидеть в этом созвездии обыкновенную бабочку. В самом деле, несколько не усиливая воображение, из главных звезд Жертвенника нетрудно составить четкую фигуру двух совершенно симметричных крыльев бабочки и увидеть два ярких ее глаза, представленных звездами β и γ (см. рис. 35).

Корабль Аргон (Киль. Корма. Паруса. Компас)

Корабль Арго был одним из наиболее широко раскинувшихся созвездий неба, занимавшим площадь в 1888 квадратных градусов. Оно намного превосходило обширное созвездие Девы, площадь которого 1290 квадратных градусов. Но если в Деве невооруженным глазом можно насчитать около сотни звезд, то в созвездии Корабля их число достигает 385. Астрономам нелегко было разобратся с этим созвездием, и потому они поделили его на части, придумав каждой из них собственные названия: Киль, Корма, Компас и Парус.

Киль, Корма, Паруса, Компас — от этих названий веет романтикой эпохи великих географических открытий. Мы уже пытались нарисовать сложную фигуру легендарного корабля «Арго», на котором предприимчивые герои Древней Греции совершили вояж в Колхиду за золотым руном. Ясон, возглавивший поход, был воспитан мудрым кентавром Хироном. Поэтому и созвездие Центавра оказалось неподалеку. Следил за состоянием здоровья аргонавтов добрый Асклепий (Эскулап), применяя, как и современные врачи, змеиный яд в качестве лекарства. Отсюда и созвездие Змееносца. Может быть, на пути мореплавателям попадались гидры и вороны, а иногда в случае удачи им приходилось поднимать и цапу: все эти атрибуты увековечены на небе поблизости.

Соответственно этим названиям можно попытаться представить себе и фигуру данного созвездия, хотя для этого потребуется изрядная доля фантазии (рис. 30). (Напомним еще раз, что мы считаем направлением «вверх» направление на север. В соответствии с этим наш «корабль» будет повернут палубой влево.) От ζ Корны можно проследить большую дугу, состоящую из

ярких звезд, образующих «палубу» «корабля». Вниз и вправо от ζ опускается другая дуга из менее ярких звезд, но заканчивается она одной из самых ярких звезд неба — Канопусом. По блеску эта звезда уступает только Спирису и поэтому является одной из

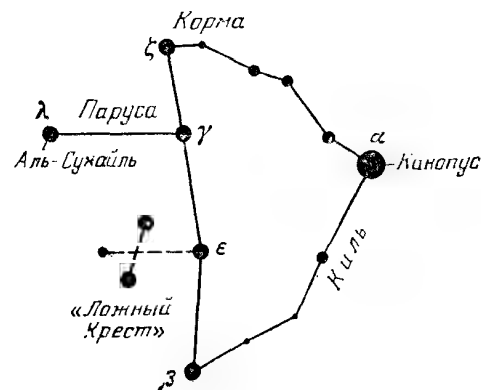


Рис. 30. Созвездия Киля, Кормы и Парусов. «Ложный Крест».

важнейших навигационных звезд. Она входит в состав созвездия Киля — «длинца» «корабля», линия которого заканчивается в свою очередь на яркой звезде β этого созвездия.

Линия звезд, идущая перпендикулярно к «палубе» от звезды γ Парусов, составляет «мачту» «корабля». К ней нетрудно «пририсовать» надутые паруса, впереди которых на линии, образованной «Поясом Ориона» и Сириусом, находится неприметное созвездие Компаса.

В области созвездия Кита есть коварный участок, весьма напоминающий созвездие Южного Креста: расположение звезд настолько схоже, что при отсутствии опыта этот «Ложный Крест» легко принять за «настоящий». Помогает их отличить лишь разница в блеске звезд (звезды «Ложного Креста» значительно слабее) и отсутствие связи со звездами α и β Центавра, которые образуют прямую линию с малой перекладиной Южного Креста.

18 января 1975 г. советские космонавты Г. М. Гречко и А. А. Губарев с помощью рентгеновского телескопа

РТ-4 на станции «Салют-4» исследовали слабую туманность в созвездии Парусов, представляющую собой один из интереснейших источников рентгеновского излучения. Вполне понятно, что такие источники можно изучать только в космосе, так как рентгеновские лучи не проникают сквозь атмосферу нашей планеты. Эта туманность, удаленная от нас на расстояние около 1500 световых лет, представляет собой остаток сверхновой звезды. Выделена туманная оболочка диаметром около 5 градусов, определен период изменения потока рентгеновских волн, излучаемых пульсаром — остатком некогда сверкавшей здесь звезды. Этот период оказался равным 89,219 миллисекунды; можно, очевидно, сделать вывод, что эта маленькая сверхплотная звездочка вращается со скоростью около 90 тысяч оборотов в секунду!

Эридан

С одним из длинных созвездий, — созвездием Змея, — мы уже познакомились. Три других созвездия такого же рода — это созвездия Эридана, Гидры и Дракона. Эридан — небесная река, в которую, по древнегреческому преданию, упал с неба строптивый сын Гелиоса Фаэтон. Реальным прототипом этой реки является река По в северной Италии.

«Истоки» этой небесной реки расположены вблизи созвездия Ориона, где соседствуют друг с другом β Ориона — сверкающий Ригель и несравненно более скромная β Эридана (см. рис. 27). Длинной, весьма извилистой цепочкой из слабых звезд это созвездие тянется далеко к югу, узким руслом оглябая попутные созвездия Зайца, Резца, Часов, Печи и Феникса. Конец этого созвездия отмечен яркой навигационной звездой Ахернар (от арабского «ахер-нар» — «устье реки»), которая в паре с другими ярчайшими звездами — Канопус и Ригиль-Центаврус — образует гигантский треугольник на южном небе (рис. 31).

Из многих звезд, принадлежащих к этому созвездию, (см. вкладку), широкую славу приобрела ϵ Эридана — одна из сравнительно близких к нам звезд, очень похожая на наше Солнце. Поэтому нет ничего невероятного в том, что у этой звезды может оказаться своя планет-

ная система. А может быть, одна из этих планет является обитаемой?

В Эридане есть слабенькая звездочка пятой величины γ , которая расположена на прямой линии между

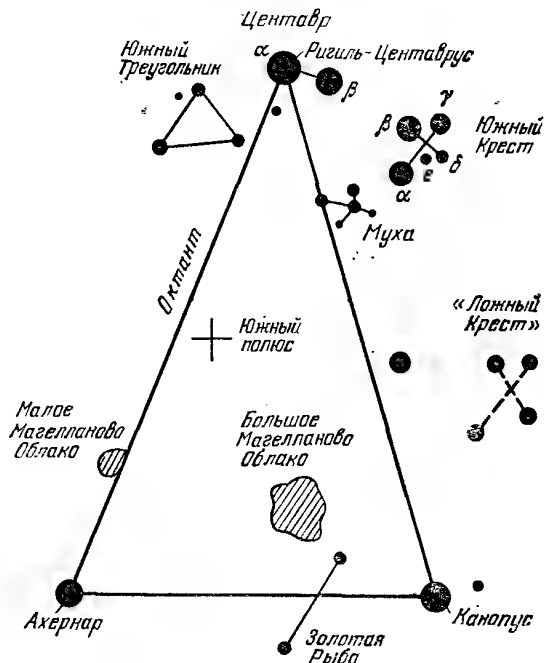


Рис. 31. Треугольник Ахернар — Канопус — Ригиль-Центаврус.

Ригелем и Менкаром (α Кита). Это одна из красивейших двойных звезд на небе. В небольшой телескоп здесь можно увидеть две тесно расположенные звездочки, одна из которых топазово-желтая, другая голубовато-белого цвета.

Еще одной достопримечательностью созвездия Эридана является «быстроходная» звездочка σ^2 , перемещающаяся более чем на четыре угловые секунды в год. Расположенная неподалеку от Ригеля, она через девять тысяч лет подойдет к звезде α Феникса, проделав по небесной сфере путь более чем в 40 градусов.

Гидра

Созвездие Гидры также принадлежит южному полушарию, но хорошо видно и в средних широтах северного полушария. Оно протянулось вдоль эклиптики от созвездий Волка и Весов до Малого Пса и Единорога.

Созвездие обязано своим названием знаменитой Лернейской гидре, побежденной Геркулесом-Гераклом. Длинная извивающаяся цепочка звезд действительно напоминает своими очертаниями чудовищного змея. Но ярких звезд в созвездии очень мало. Выделяется лишь одна звезда α , носящая имя Альфард, что по-арабски значит «пустынник». Найти эту звезду очень легко, если следовать вниз вдоль правой стороны трапеции Льва. Левое Прочиона (α Малого Пса) виден характерный «крючок» из слабых звезд ζ , ϵ , δ , σ и η — голова Гидры.

Дракон

Дракон, некогда охранявший сады Гесперид, также принадлежит к числу тех, кто был побежден Геркулесом. Это — северное созвездие, извилистой линией протянувшееся по небу. Самая яркая звезда этого созвездия — γ (Эташи), второй звездной величины, расположена в небольшом четырехугольнике, образованном вместе с ней звездами β (Ростабан), ν и ξ . Звезда α (Тубан) находится довольно далеко от «головы» Дракона: она расположена на линии между β Малой Медведицы и η Большой Медведицы.

В созвездии около 80 звезд, видимых невооруженным глазом, преимущественно неярких. Одна из них — ν в «голове» Дракона — представляет собой звездную пару, которую можно попытаться разглядеть невооруженным глазом.

Из всех звезд этого созвездия звезда γ сыграла особую роль в истории астрономии. Еще Коперник, стремясь обосновать свою картину мира, настойчиво искал непосредственное доказательство орбитального движения Земли. Одним из таких доказательств могло послужить наличие годичного параллакса звезд. Благодаря орбитальному движению Земли более близкие

звезды должны описывать небольшие эллипсы относительно более далеких.

Но, как мы уже говорили, Копернику не удалось измерить ни одного звездного параллакса. Его самодельный угломерный прибор — трикветрум — не обладал необходимой точностью для подобных измерений. Невозможно было измерить параллаксы звезд и в начале XVIII в. Но английский астроном Баддлей настойчиво искал пути к решению этой задачи. Ученый установил на чердаке своего дома телескоп, направив его в зенит, через который каждый вечер проходила γ Дракона.

После длительных и настойчивых наблюдений Баддлей в 1725 г. действительно удалось обнаружить некоторое перемещение этой звезды. Но это было не параллактическое перемещение, а что-то другое. Что же тогда? Баддлей долго ломал голову над этой загадкой, пока во время прогулки по Темзе он не пришел к неожиданному решению. Он заметил, что при изменении направления движения судов по реке меняли свое направление и вымпелы, развевающиеся на верхушках мачт. Создавалось впечатление, что при повороте судна меняется и направление самого ветра.

Земля — это тоже большой «корабль», несущийся в просторах Вселенной, — подумал Баддлей. Через каждые полгода направление ее орбитального движения меняется на противоположное. Следовательно, лучи от звезд в одну половину года должны идти навстречу движению Земли, а в другую половину года «догонять» ее.

Вообразим, что мы стоим под зонтом, защищаясь им от падающих от в е с н о водных струек. Но стоит нам двинуться с места, как зонт придется наклонить в направлении движения. Точно так же следует поступать и с телескопом, постоянно наклоняя его в направлении движения Земли. И когда Земля завершит полный оборот по эллипсу земной орбиты, звезда тоже опишет эллипс, перемещаясь в с е время в т о м ж е н а п р а в л е н и и, в котором движется Земля. (При параллактическом смещении звезды тоже описывают на небесной сфере эллипсы, но в другом направлении.) Кроме того, большие оси у параллактических эллипсов всегда меньше $1''$, а у аберрационных составляют $44''$.

Обнаруженное Бадлеем в результате наблюдений у Дракона отклонение световых лучей, прямо доказывающее движение Земли по орбите, было названо *абберацией света*. Так была решена задача, волновавшая Коперника, хотя и с несколько неожиданной стороны.

Лыра

Если исходить из занимаемой на небе площади, то самым небольшим созвездием следовало бы считать созвездие Южного Креста. Однако практически целесообразнее определять размер созвездия не по официально занимаемой «жилиплощади», а по величине образующей его фигуры. Тогда к числу таких миниатюрных созвездий будут отнесены созвездия Лпы, Дельфина, Стрелы, Сетки, Часов, Голубя, Золотой Рыбы. Есть и другие, но часть их уже нам знакома: это созвездия Мухи, Чаши, Ворона, и мы не станем к ним возвращаться.

Для ориентирования особенно велико значение созвездия Лпы: в нем сияет самая яркая звезда северного полушария неба — голубовато-белая Вега, отстоящая от нас на расстояние в 27 световых лет. Площадь созвездия Лпы 286 квадратных градусов. В его состав входит 45 видимых невооруженным глазом звезд. Созвездие образует характерную фигуру небольшого параллелограмма, составленного звездами ζ , β , γ и δ . Название созвездия означает музыкальный инструмент легендарного Орфея, который своим сладкозвучием умирал хищных зверей, сдвигал камни, заставлял склоняться ветви деревьев. Сын речного бога Эгра и музы Каллиопы, этот фракийский певец считался создателем музыки и стихосложения. Миф об Орфее и его жене нимфе Евридик не раз вдохновлял художников и композиторов.

Вега образует один из углов обширного летне-осеннего треугольника, в который входят также звезды Денеб в созвездии Лебедя и Альтаир в созвездии Орла. Эти три звезды первыми появляются на небе в летние вечера (рис. 32).

Звезда ε Лиры, расположенная слева от Веги, для зоркого глаза выглядит овальной и даже распадающейся

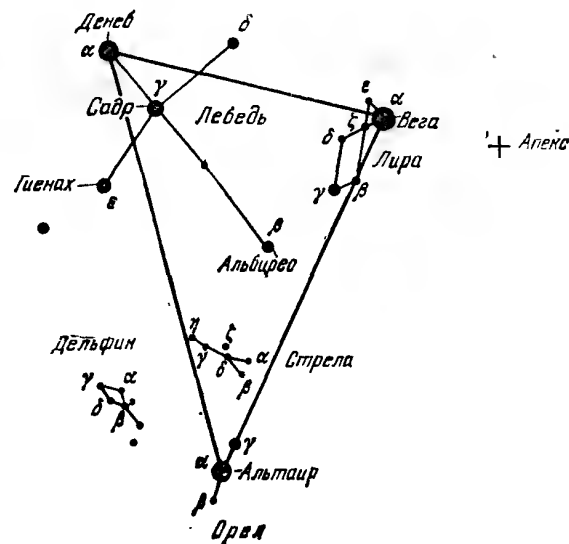


Рис. 32. Летне-осенний треугольник.

на две звезды, каждая из которых также является двойной. Но еще интереснее β Лиры — Шелиак — двойная звезда, окруженная светящейся газовой оболочкой.

Лебедь

Левее созвездия Лиры на фоне яркого участка Млечного Пути лежит созвездие Лебеда. Его главная звезда Денеб — α Лебеда — лишь немногим уступает по блеску Веге, тем не менее расстояние до него около 600 световых лет. Основные звезды созвездия, кроме Денеба: β (Альбирео) — красивая двойная звезда с золотисто-желтым и голубовато-белым компонентами, ϵ (Гиенах) и δ , образующие фигуру большого креста. В центре перекрестия — яркая звезда γ — Садр. В переводе на русский язык все эти слова означают части тела... курицы.

Греки и римляне видели в этом созвездии легендарного лебеда, под видом которого спускался на Землю с визитами к красавице Леде сам громовержец Зевс. У арабов же оно было известно под названием курицы, и слово «Денеб» произошло от арабского «дгенеб эд-дажа жех» — «хвост курицы». Садр же означает «грудь курицы».

Рядом с Гиенахом находится известная диффузная туманность «Северная Америка», своей формой напоминающая этот континент, заимствующая свой свет от блистающего Денеба.

В созвездии Лебеда расположен один из самых удивительных объектов Вселенной — рентгеновский источник Лебедь X - 1. Возможно, что Лебедь X - 1 — первая «черная дыра», обнаруженная астрономами. Подтверждение этого было бы очень важно, так как обнаружение хотя бы одной реальной «черной дыры» свидетельствовало бы о том, что подобные объекты действительно существуют во Вселенной.

Проблема поисков «черных дыр» весьма сложна, поскольку одиночная «черная дыра» почти ничем не может себя проявить. В связи с этим известный советский ученый академик Я. Б. Зельдович предложил остроумную идею поиска «черных дыр» в системах двойных звезд.

Около 50% всех звезд нашей Галактики — это тесные двойные системы. Есть также двойные системы, в которых одна звезда светит, а другая — темная. Если масса темной звезды в 3—5 раз превосходит солнечную, то можно предполагать, что это погасшая

звезда, которая после истощения внутренней энергии сжалась до стадии «черной дыры».

Согласно расчетам советского ученого Р. Сюняева при этом должен наблюдаться любопытный процесс. Если центральный компонент в двойной системе тоже достаточно массивная звезда, то, как и все подобные звезды, она должна выбрасывать большое количество газа.

Газ этот засасывается в «черную дыру». Но газовые частицы попадают в нее не прямым путем, а благодаря вращению системы сперва начинают обращаться вокруг «черной дыры» по спиралевидным траекториям, постепенно приближаясь на критическое расстояние.

Вокруг «черной дыры» образуется газовый диск. Вследствие трения газ разогревается до весьма высоких температур, при которых возникает интенсивное рентгеновское излучение...

Источник Лебедь X - 1, обнаруженный в 1974 г., как будто отвечает всем указанным требованиям. Это двойная звезда. Ее светящийся компонент имеет массу, равную двадцати восьми солнечным, темный — около десяти. Из этой области идет интенсивное рентгеновское излучение.

В созвездии Лебеда расположен еще один замечательный объект — радиописточник Лебедь А — двойная галактика, излучающая мощный поток радиоволн. Хотя эта космическая радиостанция находится от нас на огромном расстоянии — около 600 миллионов световых лет, ее радиоизлучение, принимаемое на Земле, имеет такую же мощность, как и радиоизлучение спокойного Солнца. А ведь расстояние до Солнца составляет всего около восьми световых минут, т. е. в 4000 миллиардов раз меньше.

Откуда берется огромная энергия, способная на протяжении многих миллионов лет обеспечивать мощное радиоизлучение звездных систем? В последние годы накапливается все больше фактов, свидетельствующих о том, что эта энергия выделяется в результате бурных физических процессов, протекающих в ядрах некоторых галактик — сгущениях материи, расположенных в центральных частях многих звездных островов Вселенной.

Ниже Альбисо вдоль Млечного Пути располагаются созвездия Стрелы и Дельфина — две весьма красивые миниатюры, вполне соответствующие по виду своим названиям, особенно первое, где без труда можно увидеть небольшую стрелу, образованную звездами α , β , γ , δ и η . При этом одна звезда, ζ , как бы остается лишней. Однако ζ — любопытная двойная звезда, на которую стоит посмотреть в телескоп: составляющие ее звезды выглядят то как белая и голубая, то как желтая и голубая, то как желтая и фиолетовая, то как желтая и красная, и, наконец, как голубая и фиолетовая. Но видимо, это разнообразие в окраске вызвано чисто физиологическими особенностями нашего зрения.

Созвездие Дельфина помещено на небо в память об аргонавтах. Голову этого морского животного образуют звезды γ , δ , β и α , расположенные в виде ромбика. Вниз прослеживается извивающийся хвост.

В свое время α Дельфина, Суалоцин, была самой яркой звездой этого созвездия. Теперь же она явно уступает звезде β , носившей в старину имя Ротанев. Звезда γ , образующая «рот» дельфина, по своим физическим характеристикам аналогична нашему Солнцу.

Голубь

Созвездие Голубя расположено в южном полушарии неба, у «ног» Большого Пса. Увидеть его в наших широтах можно разве только на крайнем юге в республиках Закавказья и Средней Азии. Вероятно, имя этому созвездию было придумано набожными португальскими мореплавателями XV в. в память о библейском голубе, возвестившем Ною об окончании всемирного потопа. Это вполне возможно, поскольку расположенное южнее созвездие Корабля Арго воспринималось во времена средневековья как символ ноева ковчега.

В Голубе всего около 40 звезд, но приметных мало. Выделяются яркостью лишь α , носящая имя Факт, и β — обе третьей величины. В созвездии находится шарообразное звездное скопление NGC 1061, по красоте не уступающее подобному же скоплению в Геркулесе.

Затерянные среди звезд

Есть много невыразительных созвездий, даже значительных по площади, которые ничем не обращают на себя внимания, но тем не менее содержат немало интересных объектов. К их числу относятся тусклые зодиакальные созвездия Рыб, Овна, Рака и Весов, мало приметные созвездия Волос Вероники, Гончих Псов, Рыси, Жирафа, Ящерицы, Малого Льва и некоторые другие созвездия северного полушария неба. В южном полушарии таких созвездий еще больше и запоминаются они труднее, так как их названия не связаны с мифологией — список этих созвездий скорее напоминает инвентарную опись какой-нибудь лаборатории: Печь, Часы, Сетка, Телескоп, Микроскоп и т. д.

Нет нужды останавливаться на каждом из них. В случае необходимости всегда можно обратиться к справочникам, звездным каталогам и атласам, где подробно описана каждая «мелочь». Мы рассмотрим только некоторые из этих созвездий.

Созвездие Рыб

Созвездие Рыб — одно из крупных зодиакальных созвездий, среди более чем 70 звезд которого нет, однако, ни одной, которая была бы ярче третьей звездной величины. Но зато в этом созвездии находится точка весеннего равноденствия. Отыскать эту точку на небе довольно трудно, так как она не отмечена никаким светилем. Расположена точка весеннего равноденствия примерно на линии, соединяющей α Андромеды и γ Пегаса, южнее последней на расстоянии, примерно равном расстоянию между указанными звездами.

Созвездие Рыб представляет собой две цепочки из слабых звезд, расходящихся от одной точки, отмеченной звездой α . По преданию, это Венера и Амур, скрывшиеся в реке Евфрат от преследовавшего их чудовища Тифона. Обе цепочки весообразно охватывают нижний левый угол «квадрата» Пегаса. Одна линия идет на север к β Андромеды, другая направлена на запад вдоль небесного экватора и заканчивается под «квадратом». Звезда α Рыб не самая яркая в этом созвездии: она уступает в блеске звезде η , образующей с α Андромеды и γ Пегаса хорошо заметный треугольник.

Овен

Слева от созвездия Рыб — небольшое зодиакальное созвездие Овна (см. рис. 26), когда-то ввавшегося Золотурным Бараном, или просто Золотым Руном. Как видим, миф об аргонавтах был столь популярен в древние времена, что греки не пожалели посвятить ему большую часть небосвода. Впрочем, это созвездие носило когда-то имя и Юпитера Аммона.

Это созвездие неяркое, тем не менее интерес наших предков к нему удивителен. Именно созвездие Овна открывало собой знаки зодиака. Дело заключается в том, что две тысячи лет назад в этом созвездии находилась точка весеннего равноденствия, которая и до сих пор отмечается знаком Овна. (Все зодиакальные созвездия получили в древности символические обозначения, которые употребляются и сейчас).

В созвездии Овна выделяются две звезды: α — Гамаль, что значит «голова овцы», и β — Шератап. Вместе с γ (Мезартим) и звездой 41 эти звезды образуют фигуру, напоминающую дульный пистолет прошлого века. В древности эта закрученная фигура воспринималась как бараний рог — отсюда и происхождение названия созвездия. Звезда δ Овна, расположенная позади рога левее и ниже звезды 41, носит имя Ботейн, что значит «чрево барана». Особенно интересна среди звезд Овна γ , представляющая тесную звездную пару, оба компонента которой быстро мчатся в пространстве в одном направлении.

Волосы Вероники

С созвездиями Рака и Весов мы уже знакомы. Из других упомянутых созвездий достойно внимания большое созвездие Волос Вероники. Оно с севера граничит с созвездием Гончих Псов, расположенным как раз под ручкой ковша Большой Медведицы, а с юга примыкает к созвездию Девы. Происхождение названия созвездия Волос Вероники имеет реальную историческую основу, переданную потомкам поэтом Катуллом. В 245 г. до н. э. правитель Египта Птолемей Еввергет вскоре после счастливой свадьбы вынужден был отправиться в поход против сирийского царя Селевка II. Его молодая

супруга Вероника обещала в случае победы своего мужа принести на алтарь богам свои роскошные волосы. И когда муж вернулся домой с победой, он нашел свою жену... наголо остриженной. Разумеется, это в значительной степени омрачило его радость и он повелел срочно вернуть волосы, хотя бы сделав из них парик (искусство изготовления париков старо, как мир). Но волос в храме не оказалось: они исчезли. Птолемей в ярости хотел разогнать всех жрецов, но им на выручку поспешил астроном Катон, указавший правителю на участок неба, сверкавший многочисленными, почти невидимыми звездами. «Вот где теперь волосы твоей несравненной Вероники», — сказал астроном Птолемеев Еввергету, — «Их приняли боги».

Созвездие известно тем, что здесь находится обильное скопление около тысячи галактик, удаляющихся от нас со скоростью 7400 км/сек. Это облако галактик находится от нас на расстоянии около 80 миллионов световых лет.

Гончие Псы

В созвездии Гончих Псов заметна лишь одна звезда α — Сердце Карла. Впрочем, это название носит неофициальный характер. Так звезда, о которой идет речь, была названа английским астрономом Флемстидом в честь короля Карла II, прославившегося жестокой расправой со сторонниками Кромвеля после поражения английской буржуазной революции XVII в. Звезда α — третьей величины. Она двойная и в телескоп распадается на две, одна из которых золотисто-желтая, другая лиловая.

В созвездии Гончих Псов находится одна из наиболее «популярных» галактик М 51, изображение которой очень часто приводится в книгах по астрономии. Диск этой галактики расположен перпендикулярно к лучу зрения. Благодаря этому мы можем увидеть эту звездную систему во всех подробностях, проследить за изгибами ее спиральных ветвей, изучить ядро. На фотографиях можно подолгу любоваться этим гигантским «космическим вихрем», закрутившим сотни миллионов звезд, подобных Солнцу.

К числу малозаметных созвездий относятся созвездия Жирафа и Ящерицы. Созвездие Жирафа впервые упомянуто на карте Барчиуса, изданной в 1624 г. Оно содержит 50 звезд, самые яркие из которых не превосходят четвертой величины. Достойна особого упоминания лишь одна из них — замечательная переменная, которая вот уже 13 лет как перестала быть переменной! Такое необычное «поведение» звезды делает ее весьма любопытным объектом исследования.

Что касается созвездия Ящерицы, то прежде оно, хотя и недолго, носило другое название — «Рука Правосудия». Впрочем, и новое название не лучше прежнего. Расположенное между созвездиями Цефея, Лебеда, Андромеды и Пегаса это ни на что не похожее созвездие можно было назвать как угодно. Оно появилось на небе благодаря фантазии Гевелия, который отметил десять мерцающих звезд между созвездиями Андромеды и Лебеда, блеск которых показался ему похожим на блески кожи ящерицы.

Созвездие Ящерицы простирается к северу от Пегаса и представляет не очень длинную ломаную линию. Звезд в ней немного — около 30, самая яркая из них четвертой звездной величины. Одна из звезд созвездия двойная. Она находится в верхней части ломаной линии — в телескоп мы увидим красивую звездную пару. Главная звезда оранжевая, спутник — голубовато-белый.

Лисичка

Созвездие с забавным названием «Лисичка» расположено между созвездиями Дельфина и Лебеда. Это созвездие также было придумано изобретательным Яном Гевелием в 1660 г. Он считал, что здесь должна находиться именно лисица, а не что-нибудь другое, потому что «лисица — животное лукавое, жестокое и прожорливое, подобно Орлу и Коршуну (так называли в то время созвездие Лиры), находящимся тут по соседству». В созвездии Лисички можно насчитать около 40 звезд, но все они не ярче пятой-шестой величины. Есть и примечательная планетарная туманность, очертания которой напоминают гимнастическую гантель.

Нельзя не упомянуть и о созвездии Рыси, которое примостилось рядом с Большой Медведицей. И это название было придумано Гевелием, но так как в действительности обнаружить какое-либо сходство созвездия с рысью невозможно, Гевелий в свое оправдание заметил, что поскольку в этой части неба встречаются только мелкие звезды, то нужно иметь рысьи глаза, чтобы их различать и распознавать.

Ян Гевелий, будучи любителем животных, поместил на небо и созвездие Малого Льва, так как одного «льва» ему, по-видимому, показалось недостаточно. Созвездие Малого Льва расположено непосредственно к югу от Большой Медведицы. Звезды его слабые. Среди них есть одна, изменяющая свой блеск от 5-й до 11-й звездной величины за период в 369 дней. Поэтому наблюдать ее непосредственно можно лишь несколько вечеров в году, так как большую часть времени она оказывается недоступной невооруженному глазу.

К числу малых созвездий, затерявшихся на звездном небе, относятся также и созвездия Малого Коня, Щита, Живописца, Печи, Насоса, Скульптора, Резца и многие другие.

Южные созвездия

Созвездия южных стран не сразу открылись людям. Первые описания, составленные португальскими мореплавателями, носили весьма общий характер, и получить по ним представление о картине южного неба было невозможно. Для уточнений этой картины в 1677 г. друг Исаака Ньютона, знаменитый английский астроном Эдмунд Галлей предпринял путешествие на остров Святой Елены. Но и он, описав около 350 звезд южного неба, объединил их в одно-единственное созвездие, подарив ему имя английского короля Карла II Стюарта, незадолго до этого возведенного на трон силами реакции.

Задачу более дробного разделения южного неба на созвездия решил французский астроном Никола Луи Лакайль, который отправился для этого на Мыс Доброй Надежды. Здесь он определил положение 10 035

звезд и предложил названия 14 новых созвездий, придумав каждому из них более нейтральные имена, независимые от меняющейся политической конъюнктуры. Некоторые из них мы уже упоминали. Это созвездия Мастерская Ваятеля (в дальнейшем оно стало называться «Скульптор»), Химическая Печь (ныне называемое Печью), Часы с маятником (новинка для того времени; в настоящее время — Часы), Ромбоидная Сетка (Сетка), Резец Гравера (Резец), Стол Живописца (Живописец), Буссоль (Компас), Пневматическая Машина (Насос), Октант, Циркуль, Наугольник, Телескоп, Микроскоп. В память о своем пребывании на юге Африки одно из созвездий Лакайль назвал Столовой Горой — так называется одна из гор на мысе Доброй Надежды.

Однако ни одно из этих созвездий не имеет сколько-нибудь характерных очертаний, не блещет яркими звездами, и потому описывать их довольно трудно. Читателю, интересующемуся этими созвездиями, предлагается возможность самому найти их положение на карте.

Северная Корона. Южная Корона

Эти созвездия мы выделяем не потому, что они чем-то особо примечательны. Просто эти два созвездия очень похожи друг на друга. Одно из них находится в северном, а другое — в южном полушарии неба.

Созвездие Северной Короны занимает весьма видное место между созвездиями Геркулеса и Волопаса (см. рис. 19). Ее название связано с мифом о Тесее и Ариадне, внучке Зевса и дочери критского царя Миноса. Тесей — один из прославленных мифологических героев Древней Греции. С помощью полюбившей его Ариадны Тесей проник в критский лабиринт и убил чудовище — человеко-быка Минотавра. Забрав с собой Ариадну, он, однако, вскоре покинул ее. Но горе молодой женщины было недолгим: она стала женой всемогущего бога Диониса и получила от богов в подарок драгоценный свадебный венец, ныне красующийся на небе. Самая яркая звезда этого созвездия называется «Гемма». По-русски это означает «жемчужина».

Созвездие и в самом деле похоже на венец из драгоценных камней. Оно богато переменными звездами. Больше того: в этом созвездии не раз отмечались вспышки новых звезд, открытие которых приходилось главным образом на долю любителей астрономии.

Так, в воскресный майский вечер 1866 г. французский инженер Курбебес неожиданно заметил в этом созвездии новую звезду, которой предложил присвоить имя «Мир». Однако новые звезды недолговечны и потому обычая дарить им имена не существует; все они числятся под буквами латинского алфавита. Так и на этот раз она была обозначена буквой «Г». Вскоре звезда «погасла» и о ней забыли бы, если бы советские ученые П. П. Паренато и Б. В. Кукаркин не предсказали ее повторной вспышки в 1946 г. На этот раз новую звезду первым обнаружил советский любитель астрономии путевой обходчик А. С. Каменчук.

Что нужно сделать, чтобы открыть новую звезду? Ничего особенного. Нужно лишь хорошо знать звездное небо и почаще его осматривать. А увидев звезду, которой вроде бы не следует быть, необходимо срочно сообщить об этом факте по адресу: Москва, Университетский проспект, 13, ГАИШ (Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга). И если это сообщение окажется первым, можете быть уверены, что ваше имя окажется увековеченным в истории науки.

Южная Корона не столь известна, как Северная. В наших широтах увидеть ее почти невозможно. Она расположилась между созвездиями Стрельца и Скорпиона и представляет собой подковообразную цепочку из слабых звезд, самые яркие из которых не превосходят четвертой величины.

Большая Медведица

Собственно, Большая Медведица — это самый главный ориентир на звездном небе северного полушария. Как мы увидим в дальнейшем, с ее помощью можно отыскать почти все созвездия северного полушария. Но пока мы ограничимся лишь двумя: Малой Медведи-

цей, на которую указывает правая линия «ковша» (общезвестный прием нахождения Полярной звезды), и Волопасом, на яркую звезду которого, Арктур, направлена рукоятка.

Созвездие Большой Медведицы принадлежит к числу наиболее обширных. Греки, поместившие медведицу на небо, не поскупились на «жилплощадь»: созвездие занимает 1280 квадратных градусов, на которых уместилось 125 видимых невооруженным глазом звезд.

Согласно мифу в созвездие Большой Медведицы была превращена нимфа Каллисто, пригласившая Зевсу. Ревнивая супруга Зевса Гера превратила ее за это в медведицу, которая чуть не стала жертвой собственного сына охотника Аркада. Лишь своевременное вмешательство Зевса спасло ее от гибели и теперь эта бедная нимфа красуется в виде медведицы с длинным хвостом.

Почему хвост? Некоторые объясняют его возникновение тем, что Зевс бесцеремонно тянул свою нимфу за хвост, который изрядно вытянулся по дороге на небо. Но такой вариант нам не по душе — скорее всего грекам нечасто приходилось видеть этих животных: ведь медведи были редкими гостями в лесах Пелопонесского полуострова.

Многие думают, что созвездие Большой Медведицы состоит из одного лишь семизвездного ковша — и только.

В действительности, это лишь небольшая часть созвездия. На старинных звездных картах на долю ковша приходились лишь «круп» и «хвост» животного. На приводимом здесь рис. 33 показаны тоже не все звезды созвездия.

Главные звезды, образующие ковш, за исключением звезды δ , второй звездной величины: δ , расположенная в точке прикрепления ручки к ковшу, имеет третью звездную величину.

Каждая из этих звезд имеет свое имя арабского происхождения. Назовем эти имена, следуя от верхней правой звезды ковша до последней в рукоятке: Дубхе, Мерак, Фекда, Мегрец, Алиот (считающаяся навигационной), Мицар и Бенетнаш. Первое имя означает «медведь», второе — «хребет», третье — «бедро», чет-

вертое — «корень хвоста», пятое — «черный конь», шестое — «кушак» или «передник» и последнее — «предводитель плакальчиков».

Носило это созвездие и другие названия. Римляне называли его «Семью Волами», в средние века оно было известно под именем «Колесницы Артура», а например, на Украине его до сих пор называют «Давыдовой Колесницей».

Рядом со звездой ζ (Мицар) люди с нормальным зрением видят звездочку пятой величины, носящую имя

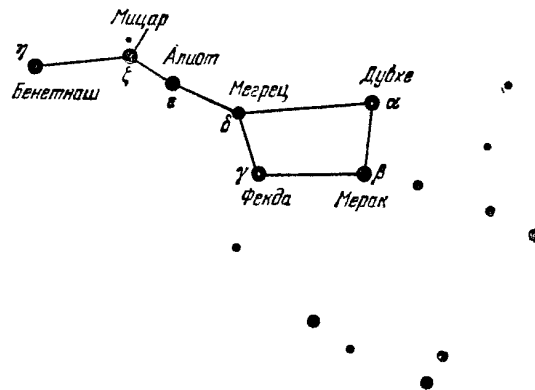


Рис. 33. Созвездие Большой Медведицы.

Алькор, что значит «всадник». В старину арабы испытывали по этой звезде остроту зрения юношей, готовящихся стать наездниками.

Все звезды ковша, за исключением самых крайних — α и η (Дубхе и Бенетнаш), удаляются от нас. В настоящее время расстояния до звезд ковша лежат в пределах от 15 до 60 световых лет.

Созвездие богато двойными звездами, планетарными туманностями, далекими звездными системами. Среди них особенно интересна галактика М 82, в которой в 1963 г. американский астроном А. Сэндидж обнаружил чудовищный взрыв ядра. Несмотря на то, что взрыв произошел 1,5 миллиарда лет назад, до сего времени (разумеется, с поправкой на запаздывание инфор-

В ЗВЕЗДНЫХ ЛАБИРИНТАХ

мации по причине огромного расстояния) здесь наблюдается истечение газа со скоростью 1000 км/сек! И это далеко не единственный случай такого рода. Не являются ли эти факты свидетельством того, что в ядрах галактик таятся сгустки первоначального сверхплотного вещества Вселенной, которые почему-либо отстали от общего процесса эволюции материи, сохраняя свою устойчивость лишь до поры, до времени? И каково должно быть физическое состояние этого удивительно-го дозвездного вещества? Какие виды энергии порождают столь чудовищные взрывы? Ответы на эти вопросы могут иметь не только теоретическое, но и огромное практическое значение.

В предыдущей главе мы познакомились с описанием созвездий и их основными достопримечательностями.

Теперь задача состоит в том, чтобы научиться быстро и безошибочно находить на небе навигационные звезды. Как мы уже отмечали, такой поиск целесообразнее всего осуществлять, связывая яркие звезды с теми созвездиями, к которым они относятся.

Но если на первом этапе знакомства с картиной звездного неба мы группировали созвездия по различным признакам, не всегда руководствуясь близостью их взаимного расположения на небесной сфере, то теперь именно относительное положение созвездий будет служить нам тем «компасом», который поможет ориентироваться в звездных лабиринтах. При этом мы будем обращать внимание не на полные очертания созвездий, а прежде всего на те геометрические фигуры, которые образуют входящие в них наиболее яркие звезды.

Еще раз точнее сформулируем задачу астроориентировки. У этой задачи две стороны: отыскание на небесной сфере тех или иных заданных астроориентиров (навигационных звезд) и опознавание звезд, наблюдаемых на том или ином участке небесной сферы (решение второй задачи может быть осложнено ограниченностью обзора, т. е. тем обстоятельством, что наблюдению по тем или иным причинам—из-за облачности, ограниченности поля зрения иллюминатора или оптического прибора, помех со стороны окружающих предметов—доступен лишь сравнительно небольшой участок небесной сферы).

Основными признаками, которыми должен руководствоваться наблюдатель при поиске и распознавании астроориентиров, являются взаимное расположение

звезд, угловые расстояния между определенными звездами, а также их блеск и цвет.

При автоматизированном поиске с помощью специальных устройств с применением электронно-вычислительной техники для идентификации звезд могут приниматься во внимание и некоторые другие отличительные признаки, например, спектральные характеристики звезд.

Принцип такого поиска состоит в том, что ЭВМ предъявляется некая конфигурация звезд с соответствующими признаками, и она, сравнивая полученные данные со сведениями, хранящимися в ее памяти, опознает предложенный участок небесной сферы, отождествляя его с известными космическими объектами.

Для визуального же поиска мы должны построить своеобразную сеть из наиболее ярких навигационных звезд, которая покрывала бы всю поверхность небесной сферы и облегчала бы поиск и распознавание астроориентиров.

Опорными пунктами такой сети будут служить созвездия с наиболее характерными фигурами, образуемыми яркими звездами (рис. 34). Поиск астроориентиров и распознавание звезд мы будем осуществлять, отталкиваясь от ближайшего опорного пункта.

В качестве первой «точки отсчета», своеобразного «начала координат» мы выберем наиболее известное созвездие северного полушария небесной сферы — созвездие Большой Медведицы.

Лишь одна звезда этого созвездия выделена в качестве навигационной: Алиот — ϵ . Она на 0,02 звездной величины ярче всех других звезд этого созвездия, в том числе и звезды α — Дубхе. На рис. 34 показано, как, отталкиваясь от Большой Медведицы, найти навигационные звезды Арктур, Спикку, Антарес, Фомальгаут и другие.

Соединим отрезком прямой линии две яркие звезды правой стенки ковша Большой Медведицы и, продолжив эту прямую линию, отложим на ней еще пять отрезков такой же длины. Мы приходим к Полярной звезде в созвездии Малой Медведицы (см. рис. 8). Угловое расстояние между звездой Мерак (β Большой Медведицы) и Полярной (α Малой Медведицы) составляет приблизительно 32 градуса.

Продолжив линию еще дальше, за Полярную, мы отыщем (на другой стороне небесной сферы) характерный квадрат созвездия Пегаса. Линия β Большой Медведицы — α Большой Медведицы — Полярная звезда

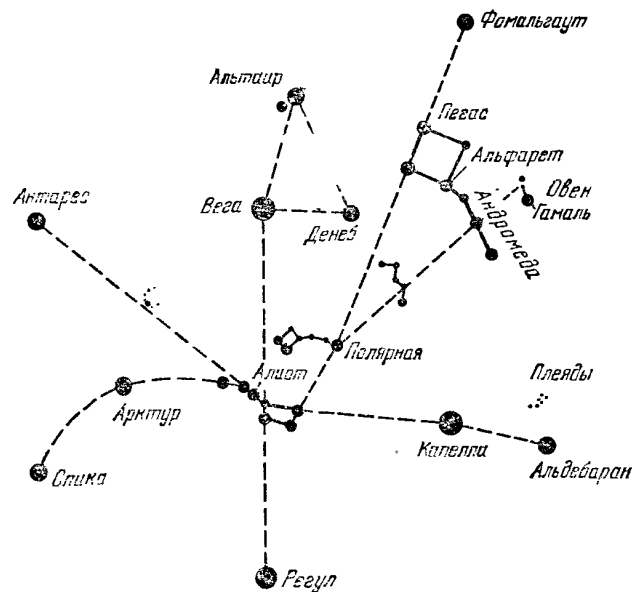


Рис. 34. Астронавигационные звезды северного полушария неба.

приведет нас к правой стороне квадрата Пегаса, а затем и к Фомальгауту — α Южной Рыбы. Именно Пегас позволяет легко отыскать эту яркую навигационную звезду южного полушария.

Созвездие Большой Медведицы поможет нам найти и ярко-желтую Капеллу (α Возничего). Для этого нужно соединить прямой линией звезды δ и α — Мегрец и Дубхе. Помните: Мегрец — самая тусклая звезда в созвездии; она находится в месте соединения «ручки» с «ковшом». От нее вправо прямая линия приведет нас к Капелле. Если мы отправимся по прямой линии от

звезды Мегрец (δ) к звезде Фекда (γ) вниз от ковша, то отыщем яркую звезду Регул (α Льва).

Выберем теперь диагональное направление через ковш от звезды Мерак (β) к звезде Мегрец (δ). Тогда через звезду Алиот (ϵ) мы придем к звезде Гемма (α Северной Короны) и дальше к звезде Антарес (α Скорпиона). Это уже звезда южного полушария небесной сферы.

Продолжив линию Мерак — Дубхе через Полярную звезду, на полпути к созвездию Пегаса мы встретим изгибающую фигуру Кассиопеи.

Это созвездие само может служить «опорным пунктом». Пять ярких звезд в виде буквы *M* хорошо запоминаются и легко обнаруживаются в любое время года.

А прямая линия, проведенная от Полярной через звезду Шедар (α Кассиопеи), пройдет через Мирах (β Андромеды), «перечеркнув» знаменитую туманность, и дальше проследует к навигационной звезде Гамаль (α Овна).

Навигационное значение имеет и рукоятка Большой Медведицы. Она образует плавную дугу, следуя вдоль которой влево, мы встретим яркую оранжевую звезду Арктур (α Волопаса). Продолжив мысленно свой путь по этой дуге дальше, мы увидим голубоватую Спикку (α Девы), т. е. вновь выйдем в южное полушарие небесной сферы.

Созвездие Волопаса, отмеченное ярким Арктуром, часто сравнивают с парашютным значком. Действительно, оно представляет собой вытянутую ромбовидную фигуру, верхняя часть которой (звезды δ , β — Наккар и γ) похожа на раскрытый купол парашюта, а удлинённые стороны, замыкающиеся на звезде Арктур, напоминают парашютные стропы (см. рис. 20). «Парашютистом» же является сам Арктур. «Парашют» созвездия Волопаса спускается в направлении Спикки — в этом легко убедиться, мысленно проведя линию вдоль созвездия от звезды Наккар к Арктуру.

Звезда Спикка, сияющая в обширном созвездии Девы, находится не только «под прицелом» Волопаса. На нее «косится» и Лев — левая сторона его трапеции (звезды Зосма — δ и Денебола — β образуют прямую линию, также направленную на Спикку).

Таким образом, отталкиваясь от созвездия Большой Медведицы, мы можем найти не только Полярную звезду, но и ряд других навигационных, да и не только навигационных звезд.

От «опорного пункта», образованного Большой Медведицей, мы можем перейти к другому «опорному пункту». Линия, направленная через звезды Фекда (γ) и Мегрец (δ) в сторону, противоположную Регулу, т. е. вверх от ковша, укажет направление на самую яркую звезду северного полушария небесной сферы — Вегу в созвездии Лиры.

Вега входит в состав «летне-осеннего треугольника», который в свою очередь может стать основой для поисков других звезд и созвездий. Его фигура не менее характерна, чем фигура ковша Большой Медведицы (см. рис. 32).

Вершины треугольника образованы Вегой, Денебом (α Лебеда) и Альтаиром (α Орла). Южное «острие» «летне-осеннего» треугольника указывает на слабую звездочку α в созвездии Козерога. Это созвездие тоже имеет форму треугольника, «острие» которого также направлено к югу. Своим острием Козерог указывает на малопримечательное созвездие Микроскопа, ниже которого сверкает α Индейца — звезда экзотического созвездия южного полушария. Идя далее, мы придем к навигационной звезде Пикок (α Павлина).

Здесь мы встречаемся с примером своеобразной эстафеты, показывающей, каким образом можно переходить от одного созвездия к другому. Это понадобится нам в дальнейшем для связи видимых в наших широтах созвездий с невидимыми, но имеющими важное навигационное значение.

«Внутреннюю» часть летне-осеннего треугольника заполняют созвездия Лиры, Лебеда, Лисички и Стрелы. Орел расположен несколько ниже, хотя его яркая звезда Альтаир и замыкает этот треугольник. Найти Альтаир легко — он расположен между двумя другими яркими звездами: β и γ (название последней — Таразед). Указанные три звезды тесно расположены на одной прямой линии и чем-то напоминают «Пояс Ориона». Эта приметная «тройка» Орла указывает к югу на звезду Фомальгаут (α Южной Рыбы), а к северу — на область созвездия Геркулеса и точку апекса, »

направлении которой совершается собственное движение Солнца.

Длинная перекладина креста созвездия Лебеда от Денеба (α) до Альбирео (β) протянулась на 20° . Если следовать вдоль этой линии к югу, мы вскоре встретим звезду Рас-Альхаг (α Змееносца). Эта не очень яркая звезда расположена левее соседней, столь же тусклой звездочки Рас-Альгети (α Геркулеса).

Область неба к югу от Рас-Альхага, пересекаемая линией небесного экватора, принадлежит созвездиям Змееносца и Змеи. Если следовать вдоль избранной нами линии от Денеба через Рас-Альхаг, то мы придем к эффектной «букету» Скорпиона, образованному яркой красноватой звездой Антарес и расходящимися от него веером тремя яркими звездами β (Акраб), δ и ϵ . Напомним, что звезду Антарес мы уже научились отыскивать и с помощью созвездия Большой Медведицы.

Еще одним «опорным пунктом» нашей астронавигационной сети является эффектное созвездие зимнего неба — Орион (см. рис. 24).

Рядом с β Ориона правее расположена β Эридана, начинающая собой длинную извилистую цепочку звезд, уходящую далеко в южное полушарие. Там эта цепочка «небесной реки» Эридан замыкается одной из самых ярких звезд земного неба — Ахернаром, которая, однако, никогда не поднимается над нашим горизонтом.

Созвездие Ориона в нашей стране видно только в зимнее время года. Наиболее удобен для навигационных целей «Пояс Ориона», который как бы опоясывает тонкую талию гиганта, придавая стройный вид и ему — небесному охотнику, и самому созвездию. Три звезды «Пояса», расположенные на прямой линии, указывают на самую яркую звезду неба Сириус (α Большого Пса). В противоположном же направлении мы придем к красноватой звезде Альдебаран (α Тельца).

Слева от Ориона в направлении, совпадающем с нижней линией трапеции Льва, блестит яркий Прокцион (α Малого Пса). Вместе три звезды: Прокцион, Бетельгейзе и Сириус — образуют фигуру «зимнего треугольника», который, в отличие от «летне-осеннего», почти равносторонний. Бетельгейзе отмечает его западную вершину, Прокцион — восточную, Сириус — южную. Линия, проведенная примерно из центра этого

треугольника через Бетельгейзе, дает направление на звезду Альдебаран, такая же линия, проведенная через Прокцион, — на звезду Регул, а через Сириус — на одну из важнейших навигационных звезд южного полушария — Канопус в созвездии Киля. Эта звезда также никогда не появляется над нашим горизонтом.

«Зимний треугольник» достаточно обширен и простирается более чем на 20 градусов. И хотя образующие его три звезды обладают почти одинаковым блеском, их легко отождествить, так как одна из этих звезд — Бетельгейзе, лежащая в правом, западном углу треугольника, резко выделяется своим красноватым цветом.

Взяв за основу созвездие Ориона, штурманы мысленно проводят через его «Пояс» линию к Сириусу и затем воображают кольцо, идущее через Прокцион, Поллукс, Капеллу, Альдебаран и Ригель. Эта область южных звезд и созвездий связывается через звезду Капелла с Большой Медведицей способом, о котором мы говорили раньше.

Под «ногами» Ориона, правее Сириуса, приютилось небольшое и тусклое созвездие Зайца. Самая яркая его звезда — Арнеб (α). К этой звезде приведет линия, проходящая от Сириуса к соседней справа звезде Мурзим (β Большого Пса).

Созвездие Большого Пса, отмеченное блистательным Сириусом, чем-то напоминает фигуру официанта с короткими до смешного ножками, который бережно несет на вытянутых руках порцию мороженого. Пломбир — это звезда Мурзим, удлиненное туловище официанта образовано линией Сириус — Везен (δ), а «ножки» — звезды η и ϵ (Адара).

Как бы ни были коротки «ножки» нашего «официанта», они тоже полезны для ориентирования. Правая указывает на звезду Факт (α Голубя), левая — на одну из важнейших навигационных звезд Аль Сухайль (λ Парусов).

Если от Капеллы мы направимся точно к югу, то пересечем созвездия Ориона, Зайца, Голубя, южные, не видимые у нас созвездия Живописца и Золотой Рыбы и достигнем Большого Магелланова Облака.

К северо-западу от «Пояса Ориона» блестит красноватый Альдебаран (α Тельца). Слабые звезды возле Альдебарана образуют «галочку», или латинскую

букву V. Астрономы называют эту звездную группу Гиady. Гиady весьма точно указывают своим острием на звезду Менкар — α Кита. Об этом созвездии мы рассказывали раньше.

Мы углубились очень далеко в южное полушарие, но и в северном осталось еще немало созвездий. Среди них — зодиакальное созвездие Близнецов.

Если вообразить, что Млечный Путь — это широкая река, то созвездие Близнецов и созвездие Ориона окажутся друг против друга на противоположных ее берегах.

Севернее Млечный Путь приведет нас к созвездию Возничего. В целом, как уже отмечалось выше, мы видим здесь фигуру пятиугольника, вершиной которого является Капелла. Звезда, лежащая ниже пятиугольника, не относится к этому созвездию — это звезда Нат (β Тельца), поблизости от которой расположена Крабовидная туманность.

Дальше Млечный Путь вливается в область блистающего Персея. Ориентиром на его яркую звезду Мирфак может служить линия γ — δ созвездия Кассиопеи.

А сейчас, оставив Млечный Путь, обратимся к области созвездия Волопаса, которое так удобно находить с помощью «хвоста» Большой Медведицы. Слева от «парашютного значка» этого созвездия мы увидим Северную Корону — красивую дугу из семи звезд. Этот «свадебный венец» невелик. Его диаметр не превосходит четырех градусов. Но тем не менее Северная Корона принадлежит к числу весьма заметных созвездий. Украшая летнее небо, она пользуется известностью не только у астрономов. Это небольшое созвездие как бы «уравновешивает» столь же небольшое созвездие Лиры, расположенное симметрично по другую сторону огромной фигуры Геркулеса.

Мы снова подошли к Млечному Пути, в котором расположен «хвост» созвездия Змеи. В созвездии Змеи лишь одна звезда Унук алб Хай (α) ярче третьей величины (все остальные — четвертой величины). Она находится в «головной» части «Змеи» и найти ее не просто. Лучший прием — провести линию от Геммы к Антаресу: звезда Унук алб Хай окажется поблизости от середины этой линии чуть ближе к созвездию Северной Coronы.

Звезду Рас-Альхаг (α Змееносца) можно отыскать на пересечении линий, соединяющих Вега с Антаресом и Альтаир с Арктуром.

Звезда ϵ Геркулеса — как бы кисть правой руки великана. Она находится выше и правее Лиры; создается впечатление, что Геркулес замахнулся на звезду Вега. Над ϵ видны другие звездочки, составляющие вместе с нею фигуру ромба. Но эти звездочки принадлежат уже созвездию Дракона, образуя как бы голову этого чудовища.

От «головы» Дракона протянулась длинная изгибающаяся цепочка звезд, которая после крутого изгиба возле звезды δ (Эльтанин) направляется в промежуток между созвездиями Большой и Малой Медведицы.

Мало приметное созвездие Жирафа следует искать к северу от созвездия Возничего. Оно занимает область между Капеллой и Полярной. Вблизи прямой, соединяющей эти звезды, лежат безымянные α и β этого созвездия с тропическим наименованием, явно по ошибке попавшим в полярную область неба.

Вернемся вновь к нашему «летне-осеннему» треугольнику. Обратим внимание на крестовину созвездия Лебедя: в яркой области Млечного Пути левее линии, образованной звездами γ и β , мы увидим мелкую россыпь неяркого созвездия Лисички. Здесь же минимальное созвездие Стрелы, на которое указывает линия трех главных звезд созвездия Орла. Вниз эти звезды, β , α (Альтаир) и γ (Таразед), приведут нас к довольно яркой θ Орла и дальше к зодиакальному созвездию Козерога.

Далее вдоль Млечного Пути дорога от Орла (к югу) приведет нас к созвездию Стрельца — одному из замечательнейших зодиакальных созвездий, о котором мы рассказывали достаточно подробно в предыдущей главе. Здесь Млечный Путь особенно ярок (вспомним, что в этом направлении расположено ядро нашей Галактики). Из многих звезд Стрельца, в целом не ярче второй — третьей величины, для целей навигации используется ϵ (Каус Аустралис). Эта звезда находится под «прицелом» двух направлений: несколько изогнутой левой стороны треугольника Козерога и линии головной части созвездия Змеи. Звезда Каус Аустралис лежит в вершине равнобедренного треугольника,

образованного вместе с нею звездами Антарес (α Скорпиона) и Пикок (α Павлина).

Итак, мы снова вышли в южное полушарие небесной сферы. Ниже Стрельца обращает на себя внимание сильно изогнутая дужка Южной Короны — она не столь изящна, как наша Северная, да и по видимым размерам намного меньше. Но тем не менее это созвездие весьма приметно своей неповторимо своеобразной фигурой.

Правее Южной Короны мы увидим «жало» созвездия Скорпиона, отмеченное двумя тесно расположенными звездами, которые посят общее наименование Шаула, или «Копачьи глаза». Впрочем, в наших широтах эта забавная пара звезд не видна, как и вся южная часть созвездия Скорпиона. Нам удастся наблюдать только «верхнюю» половину этого созвездия с яркой звездой Антарес.

Антарес — одна из важнейших навигационных звезд южного полушария небесной сферы. Мы уже научились находить ее с помощью Большой Медведицы, проводя линию от Алнота к Геммэ. Мы также построили равнобедренный треугольник Антарес — Каус Аустралис — Пикок.

Следующим треугольником будет Антарес — Спика — Ригиль-Центавр (α Центавра). Этим треугольником мы еще теснее свяжем часть знакомого нам неба со звездами невидимого южного полушария небесной сферы. А от α Центавра недалеко и до Южного Креста. Он рядом — стоит только провести линию от звезды α до β Центавра и продолжить ее несколько дальше.

Большая перекладная Южного Креста направлена прямо к южному полюсу мира — это единственный звездный ориентир, помогающий определить направление на юг в южном полушарии Земли. Путь к полюсу мира пройдет через маленькое созвездие Мухи (рис. 35). Продолжая эту линию дальше, мы встретим очень яркую звезду Ахернар — α Эридана. Южный полюс мира находится как раз на середине линии, соединяющей центр Южного Креста с этой звездой.

В свою очередь Ахернар расположен посередине линии, соединяющей Фомальгаут (α Южной Рыбы) и Канопус (α Киля).

Созвездие Журавля хотя и не является навигационным, но с его помощью легко находить некоторые важные для ориентирования звезды, расположенные в других созвездиях. Так, по одну сторону от него расположена α Павлина — навигационная звезда Пикок, по другую — на таком же расстоянии находится Фомальгаут в созвездии Южной Рыбы. И, наконец, своей

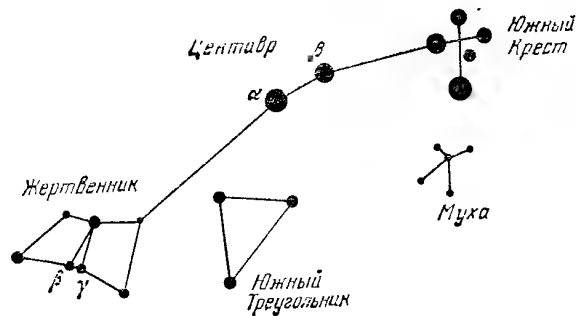


Рис. 35. Группа созвездия Южного Креста.

остроконечной вершиной, словно стрелкой, созвездие Журавля указывает на одну из самых ярких звезд южного неба — α Эридана — Ахернар. Но на пути к Ахернару придется пересечь довольно обширное, хотя и не блещущее яркими звездами, созвездие Феникса. Звезда α Феникса вместе с Ахернаром и β Журавля образует фигуру равнобедренного треугольника с широким основанием. Как видите, опять треугольник! Но сколько бы мы ни выискивали на небе треугольников, образованных яркими звездами, мы никогда не найдем среди них подобных — обстоятельство, весьма облегчающее поиск навигационных звезд.

Соединив прямыми линиями β Журавля со звездами Фомальгаут, Пикок и Ахернар, мы получим огромную фигуру, напоминающую остроконечный лист, черенком которого окажется прямая линия созвездия Журавля. В какой-то степени этот «лист» можно уподобить наконечнику копья (рис. 36).

Вдоль стороны, соединяющей Пикок с Ахернаром, примостилось созвездие Тукана, а вдоль линии, соеди-

яющей Фомальгаут с Ахернаром — созвездие Феникса. Между южным полюсом мира и Ахернаром в виде большого треугольника, составленного звездами α , β , γ , уютно расположилось созвездие Южной Гидры. И здесь же на полпути к созвездию Октанта мы увидим Малое Магелланово Облако.

Вернемся теперь к уже знакомой нам Южной Короле. Если от этого небольшого созвездия мы направимся

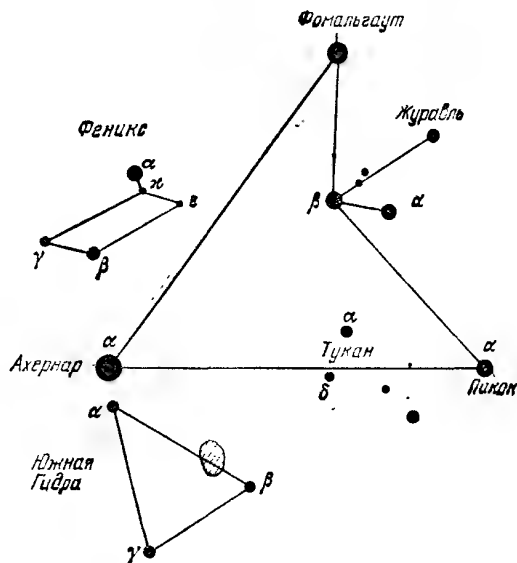


Рис. 36. «Стреловид» созвездия Журавля.

к α Южного Креста, то пересечем по пути два интересных созвездия: одно из них — Жертвенник. Его можно также найти ниже загнутого вверх хвоста Скорпиона. К нему мы пришли бы, следуя к югу от созвездия Геркулеса через Змееносца и далее вдоль Млечного Пути. Нам кажется, что это одно из самых красивых созвездий, словно нарисованное на небе рукой искусного художника: настолько симметрична и выразительна эта фигура (см. рис. 35).

Другое созвездие — Южный Треугольник, имеющее навигационное значение. Это небольшое, но яркое созвездие расположено между Жертвенником и двумя яркими звездами созвездия Центавра ниже линии, которой можно было бы их соединить. И так как мы только что уже нарисовали треугольник созвездия Южной Гидры, то чтобы их не перепутать, надо просто запомнить их положение на небе. Ведь не путаем же мы почти одинаковые ковши Большой Медведицы и Малой Медведицы.

Интересно выглядит расположенное к югу от «клешни» Скорпиона созвездие Волка, похожее на цепь из трех звеньев. В качестве ориентира, указывающего на это созвездие, можно было бы использовать созвездие Весов, но оно, к сожалению, настолько неприметно (хотя и принадлежит к числу зодиакальных), что для него самого нужно искать подходящий ориентир. Таким ориентиром может послужить направленный на это созвездие «вес» ярких звезд Скорпиона. Бесы непосредственно примыкают к созвездию Скорпиона, а несколько дальше к западу сверкает яркая Спика (α Девы).

Созвездие Волка когда-то было частью более обширного созвездия Центавра, которое, изобилуя яркими звездами, простирается от Весов до созвездий Южного Креста и Южного Треугольника.

Между Центавром и Девой протянулось длинное созвездие Гидры (на этот раз не южной, а обыкновенной). О нем мы рассказывали ранее.

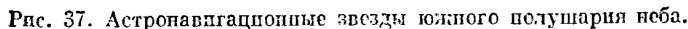
Непосредственно под созвездием Девы мы встретим два маленькие созвездия — Ворона и Чаши. Далее к западу непосредственно под звездой Регул (α Льва) едва различимо созвездие Секстанта.

Нам осталось разобрать особенно сложный участок неба — созвездие Корабля Арго, которое, ввиду его обширности и большого количества звезд, астрономы, как мы уже знаем, разделили на более мелкие области.

Самая яркая звезда в Корабле — Канопус (α Киля). Направление на нее словно наконечник стрелы указывает зимний треугольник, в вершине которого находится звезда Сириус. Иначе говоря, следуя от Сириуса к югу, мы придем в область неба, где ярко сверкает его

Кроме Канопуса, в этом соцветии созвездий имеется еще одна навигационная звезда — Аль Сухайль (А Парусов). Легче всего ее найти с помощью «левой ноги» Большого Пса: линия, образованная звездами δ и η Большого Пса, направлена на эту звездочку второй

Приобретенные навыки необходимо закреплять систематическими наблюдениями звездного неба.



Тем, кто хочет изучить картину звездного неба, научиться быстро и безошибочно находить ориентиры

Глава V

НА КОСМИЧЕСКИХ ОРБИТАХ

При космических полетах навигация по небесным светилам является полноправным методом, применяемым в самых различных условиях. К числу задач управления кораблем, которые могут быть решены с помощью наблюдения небесных светил, относятся определение координат и скорости корабля, а также его ориентация, т. е. обеспечение заданного расположения осей корабля в пространстве и поддержание этого расположения в течение определенного промежутка времени. Такая ориентированная стабилизация необходима при астрономических наблюдениях, при фотографировании земной поверхности, а также при подготовке корабля к осуществлению маневров.

Для решения указанных задач могут использоваться как бортовые автоматические астронавигационные устройства, так и приборы, управляемые космонавтом-оператором. Однако современные автоматические системы распознавания звезд во многом уступают по надежности работы человеку-оператору. Для достаточно надежного функционирования такие системы должны быть слишком сложными и громоздкими. И поэтому специалисты считают, что в настоящее время задачу распознавания астроориентиров необходимо возлагать на штурмана-космонавта.

Так, например, при осуществлении наблюдений с помощью рентгеновского телескопа на борту орбитальной станции «Салют-4» космонавты В. И. Севастьянов и П. И. Климук ориентировали станцию по звездам в заданное положение (так, чтобы рентгеновский телескоп был направлен в определенную точку небесной сферы) и поддерживали ориентацию станции в течение всего времени наблюдения данного объекта, тщательно

контролируя ее по избранным заранее небесным светилам.

Все действия по астроориентации, осуществляемые человеком-оператором на борту космического корабля, так или иначе связаны с поиском астроориентиров и опознаванием астронавигационных звезд. При этом задача осложняется тем, что в иллюминатор космического корабля виден лишь сравнительно небольшой участок звездного неба. Одно дело — найти нужную навигационную звезду по целеуказаниям, которые дают хорошо знакомые созвездия вроде Большой Медведицы, видимые целиком, и другое дело — установить это направление всего по двум-трем ярким звездам, оказавшимся в поле зрения иллюминатора. Космонавт в короткий срок должен установить, что это за звезды (иначе говоря, он должен уметь «узнавать их в лицо»), в каком направлении от них должно находиться искомое навигационное созвездие и какими элементами управления нужно воспользоваться, чтобы в кратчайшее время правильно ориентировать корабль.

Другая трудность визуальной астроориентации в условиях космического полета связана с тем, что вследствие движения корабля по орбите происходит видимое перемещение небесных светил по небесной сфере с большими угловыми скоростями.

Таким образом, одним из важных требований, предъявляемых к космонавту-оператору, является безошибочное знание звездного неба.

В связи с этим в программу предполетной подготовки советских космонавтов были включены систематические тренировки по изучению картины звездного неба в Звездном зале Московского планетария. Во время таких тренировок космонавты учились отличать одну звезду от другой, а также в условиях ограниченного обзора опознавать созвездия по характерным сочетаниям составляющих их звезд. Для приближения тренировок к условиям космического полета летчиком-космонавтом СССР В. В. Лебедевым был разработан специальный астротренажер, который имитировал условия наблюдения картины звездного неба из кабины космического корабля.

Космонавт-оператор, помимо знания звездного неба, должен отчетливо понимать принципы действия различ-

ных астронавигационных приборов и уметь быстро и безошибочно ими пользоваться.

Астронавигационное оборудование современного пилотируемого космического корабля включает в себя как приборы ориентации, так и большой комплекс различных навигационных приборов. К числу первых можно отнести оптические визирь, астроориентаторы, астрогиды, электронно-оптические приборы наблюдения. К средствам навигации принадлежат ручные секстанты, астроизмерители, астровизирь. Астрогиды, например, предназначены для точного слежения за небесными светилами. Задача космонавта заключается в том, чтобы соответствующим образом настроить такой прибор и проверить «захват» заданного светила. После этого астрогид будет автоматически удерживать корабль в ориентированном положении, так как при малейшем отклонении линии визирования на заданное светило возникает электрический сигнал рассогласования, поступающий в соответствующие системы управления.

Контроль положения осей космического корабля, определенным образом ориентированного в пространстве, может осуществляться космонавтом с помощью ручного астроориентатора.

Прибор работает по принципу совмещения изображений реальных звезд, наблюдаемых в поле зрения прибора, со специально нанесенными для данного случая «метками», которые также видны в поле зрения. Эти искусственные ориентиры выглядят как световые колечки. Их положение в поле зрения прибора определяется той пространственной ориентацией космического корабля, которую необходимо осуществить.

Работа космонавта-оператора состоит в том, что с помощью ручки управления он изменяет положение корабля в пространстве таким образом, чтобы изображения звезд в поле зрения астроориентатора совпали с колечками «меток». После этого космонавт, продолжая управлять кораблем, удерживает оба изображения совмещенными в течение заданного времени.

Именно таким путем осуществлялась ориентация космической станции «Салют-4» во время упомянутых выше наблюдений с помощью рентгеновского телескопа.

Как выяснилось, пользуясь подобным способом, можно вручную обеспечивать стабилизацию космиче-

ского корабля в заданном положении с точностью, достаточной для астрономических наблюдений.

Помимо с этими сравнительно простыми средствами ориентирования и навигации на космических кораблях применяются и более сложные автоматические устройства. Ввиду важности обеспечения точной заданной ориентации корабля в соответствии с программой полета эти системы не столько дублируют, сколько дополняют друг друга. К числу таких комплексных систем принадлежит астроинерциальная система навигации космического корабля, включающая в себя гиросtabilизированную платформу, систему астрокоррекции и вычислительное устройство, снабженное оптическим визиром, направленным на заданное светило. В электронной памяти вычислительной машины имеется несколько десятков навигационных звезд.

Но и здесь со стороны космонавта необходим контроль за действием системы. В качестве основных ориентиров берутся обычно наиболее яркие звезды: Спирус, Канопус, Вега. Но разница в их блеске незначительна. И если создавались устройства на автоматических межпланетных станциях, способные, например, отличить блеск Канопуса от блеска Спируса и Веги, то с течением времени, когда ослабевала чувствительность светопринимающих элементов, точность такого наведения резко снижалась. Автомат с одинаковым успехом мог удерживать станцию ориентированной на любую яркую звезду. Поэтому в новых системах предусматривается различать не только блеск, но и спектральные характеристики звезды. Однако ошибки не исключены и в этом случае, так как все наиболее яркие звезды (за исключением Бетельгейзе, Альдебарана, Антареса, Капеллы и Арктура) принадлежат к числу голубоватобелых. Очевидно, в основе наиболее надежных методов опознавания «опорных» звезд должно лежать их взаимное расположение на небе. Для этой цели можно использовать не одну, а несколько следящих систем, как было, например, осуществлено на одной из орбитальных астрономических обсерваторий. Можно сочетать оба метода вместе, но это потребует громоздких систем, надежность которых обратно пропорциональна их сложности. Поэтому важное место в космической навигации принадлежит, безусловно, человеку-оператору.

Глава VI

СРЕДИ ГОР И КРАТЕРОВ

Луна — настоящее и будущее

Среди множества космических объектов Вселенной ближайшим к Земле является естественный спутник нашей планеты — Луна.

В последние годы ученые проявляют к исследованию этого небесного тела особый интерес. И этот интерес не случаен. Прежде всего он определяется тем обстоятельством, что Луна — сходное с Землей по своей природе космическое тело. Судя по всему, и Земля и Луна возникли в едином процессе формирования Солнечной системы и прошли во многом аналогичные стадии развития. Поэтому, изучая Луну и сравнивая ее с Землей, мы можем добыть такие данные о нашей собственной планете, получить которые было бы весьма затруднительно или даже в обозримом будущем практически невозможно, если бы мы изучали ее обособленно, в единственном экземпляре. Исследование Луны даст возможность применить для изучения Земли «принцип сравнения», играющий чрезвычайно важную роль в астрономии: если мы хотим познать какой-либо космический объект, мы должны исследовать сходные с ним объекты, находящиеся на иных стадиях своего развития, и сравнить их между собой.

Луна не только заманчивый, но и сравнительно весьма удобный объект научного исследования. Это небесное тело расположено намного ближе к Земле, чем любое другое. Достаточно напомнить, что соседние с Землей планеты Венера и Марс даже в моменты наибольшего сближения удалены от нас соответственно на 39 и 56 миллионов км, между тем как среднее расстояние до Луны равно 384 000 км.

Благодаря своей близости Луна стала первым бесным телом, которого достигли космические аппараты, в том числе и с человеком на борту. Она также стала своеобразным полигоном для отработки космической техники.

Весьма вероятно, что в будущем именно Луна станет первым естественным космическим объектом, который человек начнет непосредственно осваивать...

Луна — стартовая площадка для межпланетных кораблей. Луна — космическая обсерватория. Луна — идеальная лаборатория для проведения уникальных физических, химических, биологических исследований... Наконец, Луна — источник ценного сырья и заманчивая база для развития различных отраслей космического производства и осуществления ряда технологических процессов, для которых необходимы пониженная сила тяжести и космический вакуум.

На эти темы написано множество научно-фантастических произведений. Однако наша эпоха — это эпоха реализации многих идей, еще недавно представлявшихся чисто фантастическими. В какой мере значительные успехи, достигнутые в последние годы в изучении Луны с помощью космических аппаратов различных типов, делают реальными перспективы ее освоения человеком?

Если учесть возможности современных космических аппаратов, то любое строительство и вообще любая длительная активная деятельность людей на Луне, по крайней мере в обозримом будущем, могут быть признаны целесообразными, очевидно, лишь в том случае, если существенная часть необходимых для этой цели ресурсов будет добываться непосредственно на нашей естественной спутнице. Каковы же, если исходить из имеющихся в нашем распоряжении данных, скрытые ресурсы самой Луны и прилегающего пространства?

Анализ образцов лунных пород, доставленных на Землю американскими экспедициями и советскими автоматическими станциями, показал, что Луна — сильно обезвоженное небесное тело.

Между тем геологи утверждают, что если образованные рудных залежей происходило в отсутствие воды, то запасы полезных ископаемых на Луне должны быть весьма бедны по своему составу и к тому же распола-

гаться на глубине не менее десяти километров. Для их разработки понадобились бы сверхглубокие шахты. Если учесть, что подобных шахт нет еще и на Земле, то станет ясно, что в ближайшем будущем залежи лунных полезных ископаемых скорее всего останутся недоступными для человека.

В настоящее время речь реально может идти лишь о тех ресурсах Луны, которые сосредоточены в ее поверхностных слоях. Это — вода, кислород, водород и энергетические ресурсы.

Что касается воды, то реально можно рассчитывать только на ту воду, которая может быть выделена нагреванием из лунного вещества.

Однако для осуществления подобного процесса, требующего создания высоких температур, необходима энергия. Она понадобится и для других практических нужд. Одним из самых перспективных ее источников на Луне является солнечное излучение. На каждый квадратный метр лунной поверхности солнечные лучи при отвесном падении приносят энергию, равную 1400 ватт. Если же учесть полную энергию, поступающую от Солнца на всю освещенную часть поверхности Луны, то окажется, что она примерно в три тысячи раз превосходит энергию всех используемых человеком энергетических источников на Земле, вместе взятых.

Возникает вопрос: как эту энергию добыть? Очевидно, на современном научно-техническом уровне наиболее реальный путь — применение солнечных батарей, т. е. прямых преобразователей солнечной энергии в электрическую. Как известно, подобные устройства с успехом работают на различных космических аппаратах, обеспечивая их основные энергетические потребности.

Правда, коэффициент полезного действия современных солнечных батарей довольно низок: всего около 10—13%. Это означает, что на каждый киловатт получаемой энергии приходится около 10 килограммов самого устройства. Иными словами, солнечные батареи пока что отличаются громоздкостью конструкции и большим весом. Это одна из причин того, почему на Земле пока еще не строятся солнечные полупроводниковые электростанции.

Однако для Луны этот недостаток солнечных батарей не так существен. На Луне сила тяжести в шесть раз меньше, чем на Земле, и нет ветров, что в принципе позволяет создавать достаточно громоздкие, но при этом вполне надежные и устойчивые конструкции. К тому же благодаря отсутствию атмосферы солнечные лучи беспрепятственно и без потерь достигают лунной поверхности, что создает благоприятные условия для работы солнечных установок.

Наряду с обычными солнечными батареями на Луне могут быть применены и устройства, работающие на принципе термопары. Как известно, принцип этот состоит в том, что два электрода, изготовленные из различных биметаллов, помещают в различные температурные условия, в результате чего между ними возникает разность потенциалов. На Луне необходимый для работы термопар перепад температур создан самой природой. Если один из электродов поместить на глубине одного метра под поверхность в слое постоянной отрицательной температуры, а другой непосредственно на поверхности, где днем температура поднимается до 130—150 градусов тепла, а ночью опускается до 150—170 градусов ниже нуля, то между ними в любое время лунных суток будет существовать значительная разность температур, вполне достаточная для того, чтобы обеспечить генерирование электроэнергии.

Есть и еще одна идея, граничащая с фантастикой... Дело в том, что на Луне имеется очень мощный источник энергии, но совершенно не ясно, как его использовать. Речь идет о выпадении на лунную поверхность метеоритного вещества. Приближаясь к Луне, метеоритные тела движутся с большими скоростями и поэтому обладают огромным запасом энергии, которая выделяется при взрыве в момент удара.

Взрывы, возникающие при падении крупных метеоритов, по своей мощности сравнимы с термоядерными взрывами.

Однако никаких конструктивных идей, а тем более инженерных расчетов относительно того, каким образом эту энергию использовать, нет. Видимо, если и существуют какие-то пути, то только косвенные: скажем, каким-то образом превращать в полезную работу энергию возникающих в теле Луны сейсмических волн...

Но и на этот счет реальных практических предложений пока не существует.

Создание на Луне научной базы или пересадочной станции для космических кораблей будет неизбежно связано со значительным усилением интенсивности полетов по трассе Земля — Луна — Земля. В связи с этим возникает задача обеспечения космических кораблей для обратных рейсов топливом, изготавливаемым непосредственно на Луне за счет лунных ресурсов. Если бы эту проблему удалось решить, отпала бы необходимость загружать космические корабли топливом для возвращения на Землю, а это в свою очередь дало бы значительный выигрыш полезного веса и повысило эффективность челночных рейсов между Землей и Луной.

Согласно оценкам специалистов по ракетной технике, встречающимся в зарубежной научной литературе, если учесть возможность применения в будущем для полетов к Луне ракет-носителей с многократным использованием первых ступеней, а также осуществления челночных рейсов с помощью средств многоразовой доставки на промежуточные станции, движущиеся по околоземным орбитам, то масса топлива, которое можно будет выработать на Луне, превысит массу доставленного для этой цели на Луну необходимого оборудования примерно в 20—40 раз. Такое соотношение можно считать в достаточной степени рентабельным. А это означает, что подобные проекты, по всей вероятности, со временем будут осуществлены.

Очень важно отметить, что все проекты, о которых идет речь, — это отнюдь не чисто умозрительные, а вполне реальные разработки, в основе которых лежат результаты исследования лунной среды и точные расчеты.

Таковы некоторые соображения, связанные с возможностью освоения Луны в обозримом будущем. Они говорят о том, что идея создания на нашем естественном спутнике научной базы отнюдь не может считаться утопией, что в результате развития космических полетов Луна постепенно вовлекается в сферу практической деятельности человека.

А если людям придется жить, работать и передвигаться по Луне, то неизбежно возникает проблема

ориентирования на лунной местности и определения местоположения.

Однако прежде чем перейти непосредственно к этому вопросу, познакомимся кратко с теми условиями, с которыми встретится человек на поверхности естественного спутника Земли.

Луна вблизи

На лунной поверхности можно выделить две основные формы рельефа: материковый и морской. Морские районы выглядят на фотографиях Луны, сделанных с помощью наземных телескопов, темными пятнами. В свое время считалось, что это довольно ровные участки, однако в результате изучения Луны космическими средствами выяснилось, что их поверхность также довольно шероховата.

Наиболее характерной формой лунного рельефа являются кольцевые горы — кратеры. Поперечники некоторых из них достигают 200—300 км. Благодаря космическим аппаратам на Луне обнаружены не только крупные, но и мелкие кольцевые образования. В частности, оказалось, что почти вся лунная поверхность усеяна множеством мелких кратеров различных размеров и форм.

Чтобы не заблудиться на Луне

Существенное значение для условий ориентирования на Луне имеет отсутствие у этого небесного тела сколько-нибудь заметного магнитного поля.

Еще в 1959 г., во время полета второй советской АМС «Луна-2», были проведены первые магнитные измерения. Установленный на ней магнитометр, несмотря на высокую чувствительность, не обнаружил у Луны никаких признаков присутствия магнитного поля. Между тем, если бы магнитное поле было даже в тысячу раз слабее земного, прибор зарегистрировал бы его.

Магнитное поле удалось обнаружить, когда еще более чувствительная аппаратура для магнитных измерений была размещена на борту первого искусственного

спутника Луны — советской автоматической станции «Луна-10». Это позволило не только определить верхнюю границу величины магнитного поля, но и зарегистрировать его изменения на протяжении шести суток. Оказалось, что максимального значения магнитное поле Луны достигало в тот момент, когда Луна находилась в полнолунии, т. е. около линии, проходящей через Землю и Солнце. Это, по всей вероятности, объясняется тем, что земное магнитное поле, так называемая магнитосфера, имеет своеобразный «хвост», направленный в сторону, противоположную Солнцу, и, видимо, достигающий орбиты Луны.

Такое предположение подтверждается измерениями интенсивности потоков заряженных частиц в окололунном пространстве. Дело в том, что заряженные частицы солнечной плазмы не могут проникать внутрь магнитосферы Земли. Поэтому можно было ожидать, что, когда Луна выйдет из магнитного хвоста нашей планеты, эти потоки усилятся. И действительно, после того как Луна уходит от линии Земля — Солнце, интенсивность заряженных частиц значительно возрастает.

Последующие измерения показали, что в отдельных местах лунной поверхности были обнаружены «намагниченные пятна». Природа этого явления пока что остается неясной. Не исключено, что здесь мы столкнулись с остатками бывшего магнитного поля Луны, которое когда-то, возможно, было достаточно сильным.

Согласно современным представлениям планетный магнетизм связан с электрическими явлениями, протекающими в жидком ядре небесного тела. Поскольку сейсмические измерения указывают на возможность существования жидкого ядра у современной Луны, не исключено, что на ранней стадии своей истории она могла обладать достаточно сильным магнитным полем. Однако приблизительно 3—4 миллиарда лет назад это поле распалось в результате каких-то изменений в ядре.

С другой стороны, намагничивание отдельных участков лунной поверхности могло происходить и в результате ударных процессов при падении крупных космических тел.

Что же касается общего магнитного поля Луны, то согласно современным данным оно в сотни тысяч, а то и в миллионы раз слабее земного.

В связи с этим особое значение для ориентирования на Луне приобретают наблюдения звездного неба.

О перспективах астрономических исследований на Луне написано немало. Лунные обсерватории... Гигантские телескопы; оснащенные зеркалами поперечником в десятки метров, зеркала, которым не грозит искривление под действием слабого поля лунного тяготения... Колоссальные увеличения, не ограниченные атмосферными помехами... Идеальные фотографии далеких космических объектов на идеально прозрачном лунном небе.

И как результат — новые удивительные открытия в сокровенных глубинах космоса. Об этом мечтали не только писатели-фантасты, но и вполне серьезные ученые.

Казалось, полное отсутствие атмосферы действительно создает на естественном спутнике Земли идеальные условия для астрономических наблюдений как во время лунной ночи, так и в условиях лунного дня. Ведь на Земле именно наличие газовой оболочки ставит предел телескопическим увеличениям. Неоднородность атмосферы, неизбежные перемещения теплых и холодных воздушных масс, запыленность и загрязненность воздуха отрицательно сказываются на качестве изображений космических объектов, получаемых в наземных обсерваториях. Ожидалось, что астрономические наблюдения на будущих лунных обсерваториях окажутся свободными от этих недостатков.

Действительность оказалась несколько иной. Так, выяснилось, что в условиях лунного дня, несмотря на отсутствие атмосферной оболочки звезды недоступны наблюдению невооруженным глазом.

По отзывам американских космонавтов, условия наблюдения неба на дневной стороне Луны примерно такие же, как в ясную ночь на Земле для человека, находящегося на ярко освещенном прожекторами поле стадиона.

Глаза на Луне настолько ослеплены ярким светом Солнца, что звезд практически не видно. Мешает и свет, отраженный лунной поверхностью. Глаз не в состоянии адаптироваться, приспособиться к резкой смене световых контрастов. Чтобы защититься от ярких солнечных лучей, приходится пользоваться плотным светофилт-

ром. А сквозь такой светофильтр ни одной звезды увидеть нельзя.

Однако с помощью телескопов и других специальных приборов, защищенных от постороннего света, звезды на Луне можно наблюдать и в дневное время, как, впрочем, и на Земле.

Для более детального изучения условий лунных астрономических наблюдений были проведены специальные исследования на советской автоматической передвижной лунной лаборатории «Луноход-2».

С этой целью он был оборудован специальным прибором — астрономическим фотометром, разработанным и изготовленным на Крымской обсерватории АН СССР и предназначенным для измерения яркости неба в видимых и ультрафиолетовых лучах.

Прибор был установлен на «Луноходе» таким образом, что его оптическая ось всегда была направлена в зенит лунного неба. Были также приняты меры, препятствующие попаданию в фотометр света, рассеянного выступающими деталями «Лунохода». Включение и выключение прибора осуществлялось с помощью радиокоманд, подаваемых с Земли. Результаты измерений передавались в Центр управления с помощью телеметрии.

За время начиная с момента посадки «Лунохода-2», т. е. с 16 января по 20 марта 1973 г. было проведено 12 сеансов связи с фотометром: 9 из них в условиях лунного дня, 2 во время лунной ночи и 1 в сумерки, вскоре после того как диск Солнца скрылся за лунным горизонтом.

В итоге проведенных измерений были получены несколько неожиданные результаты. Оказалось, что свечение как дневного, так и ночного неба на Луне и в видимых, и в особенности в ультрафиолетовых лучах заметно выше ожидавшегося.

Изучение характеристик этого свечения в зависимости от высоты Солнца на лунном небе показало, что оно может быть вызвано рассеянными в окололунном пространстве частицами лунной пыли.

В связи с этим ученые высказали предположение, что вокруг Луны существует разреженный рой пылевых частиц, образованный в результате бомбардировки лунной поверхности метеоритами.

Подобные частички рассеивают не только солнечный свет, но и свет Земли. Дело в том, что наша планета на лунном небе — это светило, примерно в 40 раз более яркое, чем полная Луна в небе Земли.

В свете этих исследований возможность эффективных телескопических наблюдений на Луне становится проблематичной.

Однако для навигационных целей условия наблюдения звездного неба на ночной стороне Луны являются вполне приемлемыми.

На дневной же стороне поиск и наблюдение нужных звезд могут осуществляться с помощью астрономических инструментов, что, несомненно, осложнит и навигационные измерения.

Итак, астрономические методы ориентирования, очевидно, будут основными для будущих покорителей нашего естественного спутника. Конечно, со временем на Луне, как и на Земле, появятся радионавигационные системы с применением радиомаяков и искусственных спутников Луны. Но до этого лунная астронавигация будет играть важную роль. Существенное значение имеют астрономические наблюдения и для управления с Земли передвижными автоматическими лунными лабораториями типа «Луноходов».

Прежде всего необходимо заметить, что взаимное расположение и форма созвездий для наблюдателя, находящегося на поверхности Луны, ничем не отличается от их расположения для земного наблюдателя или наблюдателя, который находится на борту орбитальных станций и пилотируемых космических кораблей. Даже удаление от Земли на 384 тыс. км ничего не меняет в видимом расположении небесных светил. 384 тыс. км — это всего-навсего полторы световые секунды, ничто в сравнении со световыми годами, отделяющими нас даже от ближайших звезд.

Отвесная линия на Луне определяется таким же способом, как и на Земле, т. е. по направлению нити отвеса. Так же как и на Земле, можно найти точку зенита, построить горизонтальную плоскость и получить линию математического горизонта.

Луна вращается вокруг собственной оси, совершая полный оборот по отношению к Солнцу за 29,53 земных суток, а по отношению к неподвижным звездам за

27.32 земных суток. Если продолжить направление оси вращения Луны до пересечения с небесной сферой — мы определим положение северного полюса мира лунной небесной сферы.

Эта точка находится в созвездии Дракона вблизи звезды «омега» (ω) этого созвездия. Южный полюс мира лунной небесной сферы расположен в области созвездия Золотой Рыбы.

Соединив точки полюсов с центром лунной небесной сферы, получим ось мира для Луны и построим по аналогии с земной небесной сферой плоскость небесного экватора и небесный экватор.

Рассмотрим картину видимого движения Земли для наблюдателя, расположенного в центре обращенной к Земле стороны Луны. Мы обнаружим, что вследствие движения Луны вокруг нашей планеты Земля на лунной небесной сфере описывает окружность, переходя из одного созвездия в другое. Поскольку плоскость орбиты Луны составляет с плоскостью орбиты Земли сравнительно небольшой угол, это будут те же зодиакальные созвездия, на фоне которых перемещается Солнце для земного наблюдателя. Правда, зрительно для нашего наблюдателя на Луне картина перемещения Земли на фоне звезд выглядит своеобразно. Диск Земли все время остается в зените, над головой наблюдателя, а небесная сфера медленно вращается.

Если в экваториальной системе координат на земной небесной сфере координаты светил с течением времени остаются неизменными, то в лунно-экваториальной системе дело обстоит несколько иначе.

Вследствие различных колебаний, или, как их называют, неравенств в движении Луны, экваториальные координаты светил на лунной небесной сфере довольно быстро изменяются со временем.

Поскольку линия лунного экватора наклонена к линии эклиптики всего на $1^{\circ}32'$, можно с достаточно большой степенью точности заменить лунно-экваториальные координаты эклиптическими. Эта система удобнее тем, что широты светил в ней практически не зависят от времени, а долготы ежегодно увеличиваются на вполне определенную и сравнительно небольшую величину, равную $50''.256$, связанную с ежегодным смещением по эклиптике точки весеннего равноденствия.

В этом случае приближенно можно считать, что северный полюс мира для Луны совпадает с северным полюсом эклиптики, координаты которого в земной экваториальной системе равны ($\epsilon = 23^{\circ}27'$):

$$\alpha_{Р_{\text{вк}}} = 18^{\text{h}}; \quad \delta_{Р_{\text{вк}}} = 90^{\circ} - \epsilon, \quad (1)$$

На дневной стороне Луны можно приближенно ориентироваться по Солнцу и Земле.

Благодаря осевому вращению Луны происходит суточное перемещение Солнца по лунной небесной сфере. Для наблюдателя, расположенного в центре обращенной к Земле стороны Луны, Солнце войдет в восточной стороне и спустя 7,4 земных суток пройдет вблизи точки зенита. Еще через 7,4 земных суток после кульминации Солнце пойдет на западе.

Знание этих особенностей суточного движения Солнца по лунной небесной сфере поможет наблюдателю приближенно определить по положению Солнца на лунном небе направления на стороны горизонта.

Что касается ориентирования по наблюдению Земли, то здесь нужно иметь в виду следующее. Как известно, Луна всегда обращена к Земле одной и той же стороной. Происходит это благодаря тому, что Луна совершает полный оборот вокруг своей оси за то же время, в течение которого она обходит вокруг Земли. Совпадение периодов обращения и собственного вращения, видимо, не является простой случайностью. Немаловажную роль сыграли земные приливы в веществе Луны, тормозившие ее суточное вращение. Но если с Земли мы всегда видим одну и ту же половину Луны, то это означает, что для наблюдателя, который находится в центре обращенной к Земле стороны Луны, Земля всегда должна находиться в точке зенита.

В действительности наблюдаются колебательные движения Земли относительно этой точки лунной небесной сферы. Причиной таких колебаний служат так называемые *либрации* — «покачивания» Луны, в результате которых земной наблюдатель имеет возможность видеть не половину лунного шара, а несколько большую часть поверхности Луны. Либрация бывает двух видов — *оптическая* и *физическая*.

Причина оптической либрации — неравномерное движение Луны по эллиптической орбите вокруг Земли.

Согласно второму закону Кеплера в области перигея Луна движется быстрее, в области апогея — медленнее. Собственное же вращение Луны вокруг оси совершается с постоянной угловой скоростью. Благодаря этому в районе перигея угловая скорость орбитального движения Луны несколько больше, чем угловая скорость осевого вращения, а в районе апогея — несколько меньше ее. Поэтому только в точках апогея и перигея центр видимой стороны Луны совпадает с центром лунного диска. Для земного наблюдателя на участке между перигеем и апогеем он сместится к востоку, а на участке между апогеем и перигеем к западу. Вследствие этого земному наблюдателю в первом случае приоткроется некоторая часть обратной стороны Луны, расположенная за западным краем лунного диска, а во втором — за восточным. Это явление получило название *оптических либраций по долготе*.

Существует еще и *оптическая либрация по широте*, связанная с тем, что ось вращения Луны не перпендикулярна к плоскости ее орбиты, а эта плоскость в свою очередь несколько наклонена к плоскости эклиптики. Благодаря этому земному наблюдателю приоткрывается то область, расположенная за северным краем лунного диска, то — за южным. Оптическая либрация по широте исчезает в те моменты, когда Луна находится на линии узлов, т. е. в плоскости эклиптики.

Кроме того, имеет место еще и так называемая *суточная оптическая либрация*, которая носит чисто параллактический характер. Этот вид либрации порождает перемещение земного наблюдателя в пространстве, вызванное суточным вращением Земли. Но эта либрация весьма незначительна.

Существует и физическая либрация, т. е. реальные покачивания Луны, связанные с характером гравитационного взаимодействия между Землей и Луной, которая не является идеальным шаром с равномерным распределением масс.

Итак, наблюдатель, расположенный в центре стороны Луны, обращенной к Земле, увидит Землю (если отвлечься от либрации) вблизи точки зенита. При смещении наблюдателя по лунной поверхности Земля будет смещаться в противоположном направлении на

такое же количество градусов, на какое переместился наблюдатель относительно начала координат. Следовательно, наблюдатель по положению Земли на небе всегда может определить направление к центру видимой стороны Луны, а измеряя зенитное расстояние Земли, узнать на каком угловом расстоянии он от этой точки находится.

Зафиксируем теперь некоторое положение Луны на околоземной орбите и заметим, на фоне какого созвездия в это время находится Земля. Дождемся далее момента, когда Луна, совершив полный оборот вокруг Земли, вновь придет в избранную нами точку. При этом Земля опишет полную окружность на лунной небесной сфере и окажется в том же созвездии (изменится лишь ее фаза).

Для определения местоположения точки на поверхности самой Луны применяются различные системы координат. Мы воспользуемся так называемой селенографической системой, аналогичной системе земных географических координат. Нулевым обычно считается меридиан, проходящий через центр лунного диска в момент, когда оптическая либрация по долготе равна нулю.

Как и на Земле, селенографическая широта отсчитывается от линии экватора вдоль дуги соответствующего меридиана. Селенографическая долгота измеряется дугой лунного экватора от нулевого меридиана в направлении перемещения по лунной поверхности линии *терминатора*, т. е. границы дня и ночи. Если смотреть со стороны северного полюса Луны, то движение линии терминатора будет происходить по часовой стрелке и долгота отсчитывается в направлении по часовой стрелке.

Теперь мы располагаем необходимыми данными для того, чтобы путем наблюдения небесных светил определять на поверхности Луны селенографические координаты: долготу φ_c и широту l_c .

Надо, однако, напомнить, что, решая аналогичную задачу для земного наблюдателя, мы пользовались некоторыми данными, имеющимися в Астрономических ежегодниках. Лунных астрономических ежегодников пока нет и поэтому нам придется пользоваться земным ежегодником, переводя при этом по уже известным нам

формулам экваториальные координаты звезд α и δ в эклиптические λ и β , где λ — долгота светила, а β — его широта.

Эклиптические же координаты мы в первом приближении будем отождествлять с лунно-экваториальными, так как плоскость небесного экватора на лунной небесной сфере образует с плоскостью эклиптики достаточно малый угол $1^\circ 32'$. При этом эклиптическая широта светила будет практически равна его склонению в лунно-экваториальной системе координат.

Определение широты на Луне в принципе не отличается от подобной же операции на Земле. Прежде всего необходимо определить на лунной небесной сфере местоположение северного полюса мира. Это можно, например, сделать, соединив воображаемой линией звезды δ и ζ из созвездия Дракона и поделив ее пополам.

Широта места может быть получена путем определения зенитных расстояний звезд в момент верхней или нижней кульминации, по следующим формулам:

$$\varphi_c = d \pm z_v \text{ или } \varphi_c = 180^\circ - (d + z_n), \quad (2)$$

где z_v и z_n — зенитные расстояния в верхней и нижней кульминации, а d — склонение в лунно-экваториальной системе координат, которые мы в данном случае считаем приближенно равным β — широте в эклиптической системе.

Поэтому для рассматриваемого случая формулы (2) можно переписать следующим образом:

$$\varphi_c = \beta \pm z_v \text{ или } \varphi_c = 180^\circ - (\beta + z_n). \quad (3)$$

Следует, правда, отметить, что вследствие медленного суточного вращения Луны определять моменты кульминаций звезд, находясь на поверхности нашего естественного спутника, будет весьма затруднительно. Поэтому лучше воспользоваться координатами звезды, которая в момент наблюдения находится в точке зенита (если такая звезда есть и координаты ее известны). Тогда

$$\varphi_c = d = \beta. \quad (4)$$

Что же касается определения долготы, т. е. углового расстояния от нулевого меридиана, то, как и на

Земле, она определяется сравнением местного времени в пункте наблюдения и времени на нулевом меридиане.

На Луне, как и на Земле, может быть введено солнечное и звездное время: один оборот вокруг собственной оси Луна относительно Солнца и относительно звезд совершает за разные промежутки времени, а именно за 29,53 земных суток и 27,32 земных суток.

Однако пользоваться солнечным временем на Луне неудобно: из-за неравномерностей в движении Луны Солнце перемещается по лунной небесной сфере также неравномерно.

Лунное звездное время измеряется по движению точки весеннего равноденствия, небольшую неравномерность которого можно практически не принимать во внимание или осреднить. Тогда промежуток времени между двумя последовательными кульминациями средней точки весеннего равноденствия мы и будем считать лунными звездными сутками. Как уже было отмечено выше, лунные звездные сутки равны 27,32 средних солнечных суток.

Звездное время на нулевом меридиане Луны будем называть *вселунным*. Самый простой способ определения вселунного времени — его хранение с помощью точных часов, хотя в принципе существуют и астрономические способы определения вселунного времени, но мы здесь не будем на них останавливаться.

Местное лунное время может быть определено по наблюдению кульминаций звезд:

$$S = \lambda,$$

где S — местное время, а λ — эклиптическая долгота кульминирующей звезды.

В принципе широту на Луне можно определять и по наблюдению околополюсных звезд. Но для этого требуется довольно длительное время, так как придется измерить зенитные расстояния одной и той же звезды в верхней и нижней кульминациях, которые на Луне разделены интервалом около двух недель. Вероятно, этот способ найдет практическое применение только тогда, когда люди начнут создавать на Луне долговременные сооружения. Широта определится по формуле

$$\varphi_c = 90^\circ - \frac{1}{2}(z_v + z_n), \quad (5)$$

ПЛАНЕТНАЯ СЕМЬЯ СОЛНЦА

где z_p и z_n — зенитные расстояния звезды в верхней и нижней кульминациях. (Следует иметь в виду, что формула (5) неприменима в том случае, если верхняя кульминация происходит между полюсом мира и зенитом.)

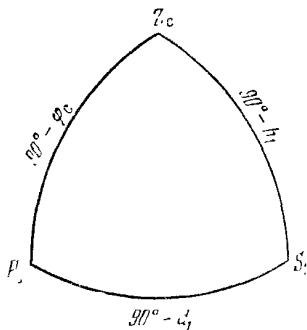


Рис. 38. Метод определения селенографических координат по наблюдению двух светил.

Но самым универсальным способом определения местоположения наблюдателя на поверхности Луны является метод вычисления селенографических координат по наблюдению двух светил, дающий возможность вычислить одновременно и широту φ_c и долготу l_c .

Выберем на лунной небесной сфере (рис. 38), центр которой совпадает с центром Луны, звезду S_1 с извест-

ными лунно экваториальными координатами α_1 и d_1 (вычисленными по известным эклиптическим координатам λ и β звезды S_1).

Построим сферический треугольник $P_c Z_c S_1$. Тогда по формулам сферической тригонометрии

$$\sin h_1 = \sin \varphi_c \sin d_1 + \cos \varphi_c \cos d_1 \cos(l_c - \Delta - d_1), \quad (6)$$

где h_1 — высота звезды S_1 над лунным горизонтом, а Δ — угловое расстояние между восходящим экваториальным узлом и лунным нулевым меридианом.

Построив аналогичный треугольник для некоторой другой звезды S_2 , получим

$$\sin h_2 = \sin \varphi_c \sin d_2 + \cos \varphi_c \cos d_2 \cos(l_c - \Delta - \alpha_2).$$

Получаем два уравнения с двумя неизвестными. Их решение даст нам искомые величины.

Разумеется, этот метод связан с довольно громоздкими вычислениями.

Помимо Луны, определенный интерес с точки зрения возможностей и способов ориентирования представляют собой и ближайшие к Земле планеты Солнечной системы — Венера, Марс и Меркурий.

Разумеется, осуществление полетов пилотируемых космических кораблей к этим небесным телам будет сопряжено с преодолением весьма серьезных технических трудностей и пока человека ступит на их поверхность не так уж скоро. Но космические трассы к этим планетам уже проложены, а на поверхности Венеры и Марса космические аппараты уже совершили мягкие посадки. Видимо, не за горами и посылка на ближайшие планеты передвижных лабораторий типа советских «луноходов».

В свете этих соображений краткое знакомство с основными особенностями астрономических наблюдений и астрономического ориентирования на поверхности Меркурия, Венеры и Марса имеет не только чисто теоретический, но и известный практический смысл. Но прежде чем перейти к вопросам определения направлений и местоположения наблюдателя на планетах, познакомимся вкратце с некоторыми общими характеристиками этих небесных тел и условиями их наблюдения на земной небесной сфере.

Прежде всего необходимо подчеркнуть, что в области изучения планет за последние годы достигнут значительный прогресс благодаря применению космических аппаратов и средств космической радиолокации. В частности, получена ценнейшая новая информация о физических условиях на поверхности планет земной

группы, характере их рельефа, о строении и составе атмосфер Венеры и Марса и т. п.

В связи с появлением новых возможностей исследований, интерес к изучению планет Солнечной системы значительно возрос. Он объясняется не только естественным стремлением расширить наши представления о природе этих небесных тел, но и настоятельной потребностью как можно лучше изучить нашу собственную планету. Сравнение Земли со сходными по происхождению, развитию и физическому состоянию телами Солнечной системы — одно из необходимых условий этой задачи, приобретающей в наше время все большее практическое значение.

В Солнечной системе девять *больших планет* — Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон (в порядке их удаления от Солнца) и около двух тысяч *малых планет*, или *астероидов*, орбиты которых расположены в основном между орбитами Марса и Юпитера. Меркурий и Венера называются *нижними планетами*, а все остальные, кроме Земли, — *верхними*. По размерам планеты делят на планеты земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс) и планеты-гиганты. Плутон — планета небольшая, но его не относят ни к какой группе.

Планеты земной группы сравнительно невелики по размерам, а в их состав входят преимущественно тяжелые химические элементы. Средняя плотность их вещества от 3,8 до 5,5 единиц, где за единицу принята плотность воды. Планеты-гиганты состоят из водорода, гелия и некоторых других газов, поэтому их средние плотности значительно ниже — от 0,7 до 1,6 единиц.

Поскольку разные планеты обращаются вокруг Солнца с различными угловыми скоростями, их взаимное расположение непрерывно изменяется, а вместе с тем меняются и условия видимости планет с Земли.

Плоскости планетных орбит близки к плоскости эклиптики. Поэтому в своих видимых перемещениях по небесной сфере они, хотя и отклоняются от линии эклиптики к северу или к югу, но эти отклонения невелики и не выводят планеты за пределы созвездий зодиака.

Эта особенность весьма облегчает поиск планет. Их не нужно искать всюду: достаточно лишь осмотреть

область видимых в данный момент зодиакальных созвездий. Одни из планет могут наблюдаться вечером, другие ночью или под утро. Лучше искать не наугад, а воспользоваться хотя бы самыми скромными сведениями из обычного отрывного календаря: в нем приводятся данные о видимости планет на каждый месяц с указанием, когда, в каком созвездии и в какой части неба можно увидеть ту или иную планету.

Вообще же все необходимые сведения для наблюдения планет, как и многие другие полезные для астрономических наблюдений, содержатся в Астрономическом Календаре.

Астрономический Календарь, ежегодно издаваемый Главной редакцией физико-математической литературы издательства «Наука», является одним из основных пособий каждого любителя астрономии — всех тех, кому по роду своей деятельности необходимо обращаться к простейшим астрономическим расчетам: вычислению моментов восхода и захода Солнца, Луны, определению видимости Луны, планет, составлению программы различных астрономических наблюдений.

Астрономический Календарь был основан в 1895 г. Нижегородским кружком любителей физики и астрономии. В его издании участвовали многие выдающиеся ученые нашей страны. Помимо необходимых справочных сведений Календарь содержит также раздел, являющийся своеобразным отчетом о наиболее замечательных событиях в астрономической науке, о новых открытиях и исследованиях. Просматривая один за другим отдельные выпуски Астрономического Календаря, можно проследить всю историю советской астрономии.

Значительное место в Календаре уделяется юбилеям мировой и отечественной науки. В нем можно найти очерки о выдающихся астрономах мира, что делает это издание весьма ценным пособием для многочисленных пропагандистов астрономии.

Но основное содержание Астрономического Календаря — справочные сведения, включающие в себя эфемериды Солнца и Луны на каждый день, данные о видимости, движениях и конфигурациях планет, описание всех происходящих в текущем году солнечных и лунных затмений, покрытиях звезд и планет Луной, конфигу-

рациях четырех спутников Юпитера и двух спутников Сатурна, доступных наблюдению в любительские телескопы. Представляет интерес справочный раздел о кометах, астероидах, переменных звездах.

В Астрономическом Календаре даны подробные объяснения правил перевода моментов всемирного времени, по которому указаны все основные астрономические явления, в другие виды времени, употребляемые при расчетах: местное среднее солнечное время, поясное время, декретное время, эфемеридное время, местное звездное время. Практически важным является раздел, объясняющий способы определения времени восхода, верхней кульминации и захода Солнца и Луны для любой географической широты.

Представляют интерес обзоры научной и научно-популярной литературы, необходимой для всех, кто имеет отношение к астрономическим наблюдениям и расчетам, ведет пропагандистскую работу в этой области.

Наряду с ежегодными выпусками Астрономического Календаря важное значение имеет так называемая «Постоянная часть» Календаря, регулярно переиздаваемая и содержащая теоретические сведения по всем разделам наблюдательной астрономии, а также описание решений ряда задач, связанных с проведением геодезических работ и другими отраслями практической астрономии.

Вернемся, однако, к вопросу о перемещении планет на небесной сфере. При движении планет вокруг Солнца происходит то их взаимное сближение, то удаление. Положение, в котором нижняя планета оказывается в ближайшей к Земле точке своей орбиты, называется *нижним соединением*, а в наиболее удаленной точке — *верхним соединением*. Происхождение этих названий связано с тем, что для земного наблюдателя нижние планеты в эти моменты как бы «соединены» с Солнцем, так как находятся в одном с ним направлении. Только в первом случае планеты расположены «ниже», во втором — «выше» Солнца.

В моменты соединений нижние планеты недоступны для наблюдения. Лишь изредка во время нижних соединений они оказываются точно между Землей и Солнцем. Тогда астрономы получают возможность наблюдать их

прохождение на фоне солнечного диска — происходит как бы миниатюрное затмение Солнца, разумеется, не видимое невооруженным глазом. Лишь в телескоп (через плотный светофильтр для поглощения яркого солнечного света) можно видеть, как маленькая точка планеты медленно, в течение нескольких часов, перемещается от одного края Солнца к другому. Хотя нижние соединения Меркурия повторяются через каждые 116 суток, из-за наклона плоскости орбиты Меркурия к плоскости эклиптики прохождение Меркурия по диску Солнца случается не слишком часто. Так, прохождение Меркурия наблюдалось 11 мая 1937 г., 11 ноября 1940 г., 14 ноября 1953 г., 6 мая 1957 г., 7 ноября 1960 г., 9 мая 1970 г. и последнее 10 ноября 1973 г. Следующие прохождения Меркурия ожидаются 13 ноября 1986 г. и 6 ноября 1993 г. Кстати, вскоре после этого будет наблюдаться и еще более редкое явление: прохождение Венеры по диску Солнца. Оно произойдет 7 июня 2004 г. (последний раз подобное явление имело место 6 декабря 1882 г.)

Плоскость орбиты Венеры наклонена к плоскости эклиптики на $3^{\circ}24'$, и потому в нижних соединениях, повторяющихся через каждые 584 дня, Венера проходит ниже или выше Солнца. Увидеть прохождение Венеры по диску Солнца можно лишь два раза в столетие, причем промежуток между ними составляет восемь лет. Впервые такое прохождение наблюдалось астрономами Хорроксом и Кребтри близ Ливерпуля 4 декабря 1639 г. Следующее прохождение 5 июня 1761 г. связано с весьма важным открытием, осуществленным великим русским ученым М. В. Ломоносовым. Когда Венера вступила на край солнечного диска, вокруг нее появился светящийся ободок. Ломоносов совершенно правильно объяснил это явление наличием у Венеры атмосферы. Аналогичный эффект наблюдался и в момент последнего контакта, когда планета сходила с солнечного диска.

Следующее после 7 июня 2004 г. прохождение Венеры по диску Солнца произойдет через восемь лет — 5 июня 2012 г. А затем это явление придется ждать до 10 декабря 2117 г.!

Наиболее удобными для наблюдения внутренних планет периодами являются периоды так называемых *элонгаций* (от латинского слова «лонгус» — длинный),

когда они находятся на наибольшем угловом расстоянии от линии «Земля — Солнце». Угол элонгации (восточной и западной) можно определить, проведя касательные из точки, в которой находится Земля, к орбитам внутренних планет. Величина этого угла может быть определена по формуле

$$\sin \alpha = \frac{R_{\text{пл}}}{R_3},$$

где $R_{\text{пл}}$ и R_3 — соответственно расстояния от планеты до Солнца и от Земли до Солнца.

Для Меркурия угол элонгации изменяется в пределах от 18° до 28° , а для Венеры — от 45° до 48° .

Во время восточных элонгаций планету можно наблюдать по вечерам, а во время западных — по утрам. Благоприятным для наблюдения нижних планет являются те элонгации, при которых склонение планеты имеет большую положительную величину, чем склонение Солнца. Для восточных элонгаций это условие выполняется в период с декабря по май, а для западных — с августа по декабрь. В это время Меркурий можно наблюдать примерно на протяжении часа, а Венеру в течение 3—4 часов.

Для верхних планет, в частности, для Марса, наиболее благоприятными для наблюдений моментами являются так называемые *противостояния*, когда интересующая нас планета находится на одной прямой линии с Солнцем и Землей в противоположном направлении по отношению к Солнцу. Благодаря этому планета восходит одновременно с заходом Солнца и в течение всей ночи находится над горизонтом.

Противостояния Марса повторяются приблизительно через каждые два года и приходятся на разные месяцы. В это время Марс имеет отрицательное склонение и поэтому в средних северных широтах поднимается низко над горизонтом.

Через каждые 15—17 лет в период с 5 июля по 5 октября происходят *великие противостояния* Марса, когда расстояние до этой планеты сокращается до 56 млн. км. Так было, например, в 1877, 1892, 1909, 1924, 1939, 1956, 1971 гг. Именно в эти годы и были сделаны все основные открытия на Марсе, пока новые возможности изучения Марса не открыла космическая техника.

Правда, и теперь противостояния Марса не потеряли своего значения: именно в эти периоды создаются наиболее благоприятные условия для полетов к Марсу. Чтобы проиллюстрировать, насколько велика разница в расстояниях между Землей и Марсом во время различных положений этих планет, достаточно сказать, что в соединении с Солнцем (у верхних планет соединение только одно: когда планета находится за Солнцем) расстояние до Марса увеличивается более чем на 400 млн. км.

Для более далеких планет эта разница ощущается слабее: например, Юпитер в противостоянии удален от Земли на 630 млн. км, в соединении — на 930 млн. км. Сатурн в противостоянии — на 1276 млн. км, в соединении — на 1576 млн. км. Противостояния же еще более далеких планет, Урана и Нептуна, фактически не дают наблюдателю никаких иных преимуществ, кроме того, что эти планеты остаются видимыми в течение всей ночи.

В эклиптической системе координат моментам соединений соответствует совпадение долготы Солнца и долготы данной планеты. Если же долготы различаются на 180° , то это означает, что наступило противостояние.

Все эти соображения остаются справедливыми (с соответствующими поправками на характер суточного вращения и наклон оси вращения к плоскости эклиптики) и для наблюдателя, расположенного на поверхности других планет. При этом нужно также учесть, что Земля является верхней планетой для Меркурия и Венеры и нижней для Марса.

При некотором навыке планеты нетрудно различать по их внешнему виду. Еще древние наблюдатели заметили, что эти небесные светила непохожи одно на другое. Это обстоятельство нашло свое отражение в названиях планет. Уже в самих планетных именах содержится довольно полная характеристика каждой планеты.

Любопытно, что у планет существовали и другие имена, отличающиеся от современных. Но в конце концов сохранились наиболее удачные, лучше всего соответствующие их видимым особенностям.

Самая близкая к Солнцу планета — Меркурий. В Древнем Риме Меркурием называли бога торговли,

бога хитрости. По совместительству он был также и богом воровства. Столь нелестное имя планета получила за то, что она словно боится показаться на глаза людям, почти всегда прячась в лучах утренней или вечерней зари. Коперник, в течение 30 лет наблюдавший планеты в условиях туманного климата Прибалтики, жаловался, что ему ни разу не удалось увидеть Меркурий. Подвижная, юркая планета кажется неуловимой. Люди тогда не могли объяснить, почему так происходит. Теперь известно — иначе и не может быть. Будучи ближайшей к Солнцу, планета Меркурий движется быстрее всех планет и на небесной сфере не удаляется от Солнца больше, чем на 28° . А это значит, что в условиях длительных летних сумерек Меркурий заметить невооруженным глазом практически невозможно. Лишь в южных районах страны, где Солнце заходит более «круто», есть еще шансы обнаружить Меркурий у самого горизонта. При наибольших удалениях от Солнца можно попытаться наблюдать планету вечером вскоре после захода Солнца (при крайнем удалении к востоку) либо утром перед восходом Солнца (при таком же крайнем удалении к западу).

Несколько лучше условия видимости Меркурия весной (вечером) и осенью (утром), когда сумерки короче. Но если длительное время стоит пасмурная погода, то вероятность наблюдения Меркурия намного меньше: достаточно пропустить два-три дня, как планета уйдет в зону невидимости до следующего удобного положения.

Другое дело — планета Венера. После Солнца и Луны это самое яркое светило земного неба. Не заметить ее невозможно: словно ослепительная красавица. Венера приковывает к себе всеобщее внимание. Подобно Меркурию она также появляется на небе лишь в вечернее или утреннее время, но вследствие большего удаления от Солнца остается видна значительно дольше: до трех часов после захода или перед восходом Солнца. В максимуме блеска, достигающем $-4,4$ звездной величины, Венера очень эффектна. На фоне темного неба она искрится как драгоценный камень, а иногда наблюдается даже днем. По свидетельству римского писателя Марка Теренция Варрона, Эней, совершавший путешествие из Трои в Италию, постоянно видел ее на дневном небе. В 1716 г. жители Лондона сочли появление Вене-

ры на дневном небе за чудо. Не менее были удивлены видом Венеры в полдень в 1750 г. столь же суеверные парижане. В конце XVII в. Венера умалила славу Наполеона, торжественно шествовавшего к праздничному обеду по улицам Парижа: толпы народа все свое внимание уделили ярко сверкающей Венере, позабыв о прославленном полководце. Впрочем, услужливые льстецы тотчас же утешили его самолюбие, объявив светило звездой Наполеона.

За необычную яркость римляне называли Венеру именем богини любви и красоты. Однако в народе на протяжении многих веков ее называли просто утренней или вечерней звездой.

Марс из-за своего огненно-оранжевого цвета был назван именем римского бога войны. В старину Марс считался не только покровителем воинов и полководцев, но и парикмахеров, мясников, кузнецов, поваров — людей, имеющих дело с огнем или металлом.

Юпитер обращает на себя внимание золотистым блеском, а также неторопливым, спокойным движением среди звезд. Эта и дала повод римлянам назвать планету именем верховного бога Юпитера. Он как бы олицетворял богатство, власть и славу. При взгляде на эту красивую планету вы почувствуете, что и в самом деле в Юпитере есть что-то величественное.

Планета Сатурн — самая далекая из всех планет, видимых невооруженным глазом. Ею заканчивался круг знаний о планетах у древних астрономов. Вследствие своей удаленности от Солнца Сатурн имеет весьма протяженную орбиту, по которой движется медленно, завершая полный оборот вокруг Солнца за 29,5 лет. Это значит, что полный круг по созвездиям Зодиака Сатурн проходит приблизительно за 30 лет, оставаясь «в гостях» у каждого из них более двух лет.

Хотя яркость Сатурна довольно велика, свет его кажется тусклым, холодным, напоминающим блеск свинца. Планета как бы олицетворяет медленное течение времени, символизируя вечность и связанные с нею мрачные атрибуты. Вот почему ее называли именем бога времени, судьбы и смерти.

Более далекие планеты были открыты с помощью телескопов в последние 200 лет и также названы именами римских богов в силу возникшей с древности тра-

диции. Уран, получивший имя бога неба, был открыт Вильямом Гершелем и его сестрой Каролиной в 1781 г.

Нептун был обнаружен в 1846 г. немецким астрономом Галле после того как его положение было предвычислено французским математиком Леверье и англичанином Адамсом. Планете было присвоено имя бога морей.

Положение последней из известных планет Солнечной системы, Плутона, также было предвычислено американским астрономом Ловеллом, но обнаружить Плутон удалось лишь после смерти Ловелла астроному Томбо. Об открытии этой планеты было сообщено в день рождения Ловелла 13 марта 1930 г. Фактически же она была открыта в январе 1930 г. Плутон — мифический бог подземного мира, но в названии планеты «зашифровано» имя и самого Персиваля Ловелла: первые две буквы являются инициалами этого ученого.

Возможно, когда-нибудь настанут и такие времена, когда человек научится путешествовать по Вселенной с огромными скоростями, близкими к скорости света.

Разумеется, при этом возникнут совершенно новые условия ориентирования в космическом пространстве. Как мы уже отмечали, любые перемещения наблюдателя вызывают параллактические смещения звезд на небесной сфере. И эти смещения тем сильнее, чем ближе к нам расположено то или иное небесное светило.

Перемещение наблюдателя в ближайших окрестностях Солнца приведет к сравнительно незначительным параллактическим смещениям, которые можно обнаружить лишь с помощью точных измерений, и которые практически не изменяют видимой картины звездного неба. Если же космический корабль удалится от Солнца на значительное расстояние, то параллактические смещения звезд, в особенности в направлении, перпендикулярном к движению корабля, станут весьма заметными.

Как мы уже отмечали, различные звезды, входящие в состав одного и того же созвездия, находятся на разных расстояниях от наблюдателя. Следовательно, их параллактические смещения всегда будут не одинаковыми. А это в свою очередь при значительных перемещениях наблюдателя, особенно в направлении, перпендикулярном к направлению на данное созвездие, неизбежно приведет к весьма существенному изменению его вида. Изменение вида созвездий будет наблюдаться и в направлении движения космического корабля, так как видимые расстояния между соседними звездами будут увеличиваться в тем большей

степени, чем эти звезды расположены ближе. В направлении, противоположном направлению движения корабля, будет наблюдаться обратная картина: более близкие звезды будут сближаться быстрее более далеких.

С практической точки зрения решение задачи о положении корабля в пространстве столкнется с определенными трудностями. Прежде всего возникнет «проблема отождествления». Навигационные объекты, «вырванные» из привычных фигур созвездий, не так-то просто будет узнать.

В связи с этим, видимо, возникнет необходимость отождествления навигационных звезд и других объектов, которые могут служить пространственными реперами, по их физическим характеристикам. Иными словами, возникнет задача составления специального каталога физических признаков навигационных объектов, которые различались бы для разных объектов и с помощью которых можно было бы отождествлять их быстро и безошибочно.

Вероятно, в число таких объектов войдут не только звезды, но и другие источники излучения, поскольку благодаря наличию межзвездной среды световые реперы в процессе движения космического корабля будут перекрываться. Видимо, в качестве навигационных объектов можно будет использовать пульсары (их можно отождествлять по частоте импульсов), а также инфракрасные, рентгеновские и гамма-источники. При движении космического корабля в межгалактическом пространстве в качестве навигационных объектов можно будет использовать галактики и квазары.

В заключение необходимо отметить, что при движении космического корабля со скоростями, сравнимыми со скоростью света, картина звездного неба будет изменяться и благодаря эффектам специальной теории относительности. Все светила, расположенные в направлении движения корабля, для наблюдателя, который находится на его борту, будут стягиваться к той точке небесной сферы, куда направлено движение корабля, а расположенные позади — к противоположной точке.

Разумеется, следует оговориться, что для обозримого будущего все здесь сказанное имеет лишь чисто теоретическое значение.

Приложение 1. Греческий алфавит

Α α альфа	Ι ι йота	Ρ ρ ро
Β β бета	Κ κ капта	Σ σς сигма
Γ γ гамма	Λ λ лямбда	Τ τ тау
Δ δ дельта	Μ μ мю (ми)	Υ υ ипсилон
Ε ε энсилон	Ν ν ню (ни)	Φ φ фи
Ζ ζ дзета	Ξ ξ кси	Χ χ хи
Η η эта	Ο ο омикрон	Ψ ψ пси
Θ θ тэта	Π π пи	Ω ω омега

Приложение 2. Список основных навигационных звезд

Звезда	Звездная величина	Цвет	Страницы
Сириус (α Большого Пса)	—1,46	Белый	122, 154
Канопус (α Килы)	—0,75	Желтый	130, 155
Вега (α Лиры)	0,03	Белый	134, 153
Капелла (α Возничего)	0,08	Желтый	88, 151
Арктур (α Волонаса)	—0,05	Оранжевый	150, 152
Ригель (β Ориона)	0,13	Голубовато-белый	101, 155
Процион (α Малого Пса)	0,37	Голубовато-белый	103, 154
Ахернар (α Эридан)	0,60	Желтый	130, 154
Альтаир (α Орла)	0,76	Белый	135, 153
Бетельгейзе (α Ориона)	0,42	Красный	100, 154
Альдебаран (α Тельца)	0,86	Красноватый	105, 154
Поллукс (β Близнецов)	1,14	Желтый	70, 155
Спика (α Девы)	0,97	Белый	84, 158
Антарес (α Скорпиона)	0,91	Красный	96, 150
Фомальгаут (α Южной Рыбы)	1,16	Белый	151, 153
Денеб (α Лебедя)	1,25	Белый	136, 153
Регул (α Льва)	1,35	Белый	122, 155
α Южного Креста	0,79	Голубовато-белый	127, 158
Ригиль-Центавр (α Центавра)	0,06	Желтый	80, 158
Алиот (ε Большой Медведицы)	1,77	Белый	146, 150
Аль Сухайль (λ Парусов)	2,21	Красный	155, 162
α Южного Треугольника	1,91	Красный	121, 160
Каус Аустралис (ε Стрельца)	1,85	Белый	157, 158
Пикок (α Павлина)	1,94	Голубовато-белый	158, 159
Полярная (α Малой Медведицы)	2,02	Белый	35, 150
Альфарец (α Андромеды)	2,06	Белый	111
Гамаль (α Овна)	2,00	Красный	152

Приложение 3. Карты звездного неба (см. вкладку)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	7
<i>Глава I</i>	
ЧЕЛОВЕК И НЕБО	16
Космическая арена	16
Небесная геометрия	19
Звездный компас	29
<i>Глава II</i>	
ЗВЕЗДЫ СМОТРЯТ ВНИЗ	37
Определение широты	38
Определение долготы	46
Определение местоположения	51
<i>Глава III</i>	
ЗВЕЗДНЫЕ МАЯКИ	56
Астрономическое эсперанто	56
Звезды «в строю»	58
Космические ориентиры	63
Земные истории на небе	64
Путь к созвездиям	68
Созвездия, озаренные Солнцем	73
Близнецы	75
Рак	78
Центавр	79
Геркулес	81
Дева	84
Возничий	88
Змееносец. Змея	91
Скорпион	95
Стрелец. Весы. Волк	97
Орион. Большой Пес. Малый Пес.	99
Едипорог. Заяц	104
Телец	105
Козерог	108
Водолей. Южная Рыба	110
Андромеда	111
Персей	114
Кассиопея. Цефей	115

Кит	119
Треугольник. Южный Треугольник	120
Лев. Ворон. Чаша	122
Пегас	124
Паугольник. Секстант. Октант	124
Журавль	125
Тукав	125
Южный Крест. Муха. Жертвенник	126
Корабль Арго (Киль. Корма. Паруса. Компас)	128
Эридан	130
Гидра	132
Дракон	132
Лира	134
Лебедь	136
Стрела. Дельфин	138
Голубь	138
Затерянные среди звезд	139
Созвездие Рыб	139
Овен	140
Волосы Вероники	140
Говчие Псы	141
Жираф. Ящерица	142
Лисичка	142
Рысь	143
Южные созвездия	143
Северная Корона. Южная Корона	144
Большая Медведица	145

Глава IV

В ЗВЕЗДНЫХ ЛАБИРИНТАХ	149
------------------------------	-----

Глава V

НА КОСМИЧЕСКИХ ОРБИТАХ	164
-------------------------------	-----

Глава VI

СРЕДИ ГОР И КРАТЕРОВ	168
-----------------------------	-----

Луна — настоящее и будущее	18
Луна вблизи	173
Чтобы не заблудиться на Луне	173

Глава VII

ПЛАНЕТНАЯ СЕМЬЯ СОЛНЦА	185
-------------------------------	-----

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ	195
--------------------------	-----

ПРИЛОЖЕНИЯ	197
-------------------	-----

1. Греческий алфавит	197
2. Список основных навигационных звезд	197
3. Карты звездного неба	197

Борис Алексеевич Максимачев
Виктор Новович Комаров

В ЗВЕЗДНЫХ ЛАБИРИНТАХ

Ориентирование по небу

М., 1978 г., 200 стр. с вкл.

Редактор *Г. С. Кривоша*
Техн. редактор *Е. В. Морозова*
Корректор *И. Д. Дорохова*

ИБ № 2377

Сдано в набор 26.04.78. Подписано к печати 18.08.78.
Т-16215. Бумага $84 \times 108 \frac{1}{32}$, тир. № 1. Обыкновенная
гарнитура. Высокая печать. Условн. печ. л. 11,56.
Уч.-изд. л. 10,58. Тираж 100 000 экз. (1-й завод 1—50000
экз.). Заказ № 139. Цена книги 50 коп.

Издательство «Наука»
Главная редакция физико-математической литературы
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

Типографии № 4 издательства «Наука»
630077, Новосибирск, 77, Сталинского, 25

